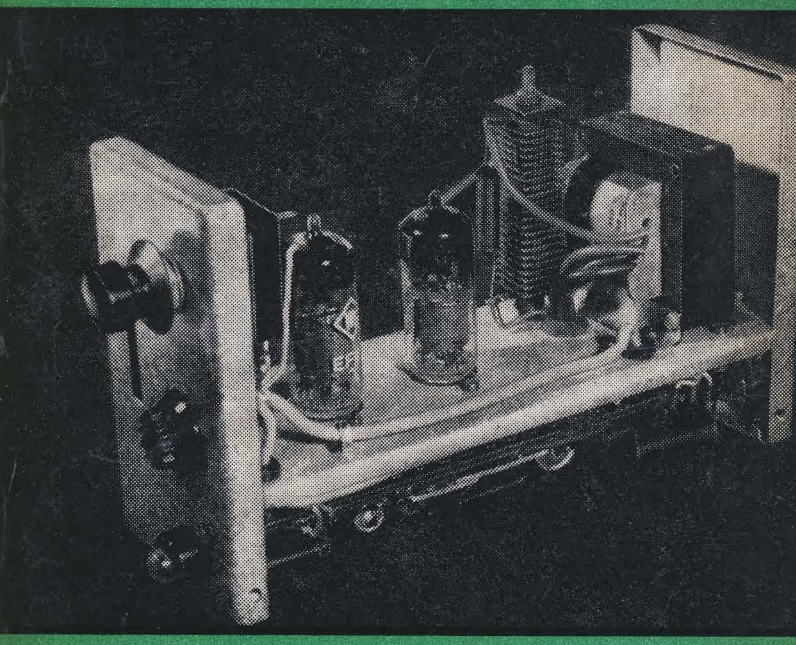
amateurreihe

electronica



Karl-Heinz Schubert

Praktisches Radiobasteln

Teil I

electronica · Band 85
Praktisches Radiobasteln I

KARL-HEINZ SCHUBERT

Praktisches Radiobasteln I

Handwerkliche Grundlagen



DEUTSCHER MILITÄRVERLAG

Redaktionsschluß: 20. Januar 1969

Band 86
Praktisches Radiobasteln II
(Funktechnische Bauelemente und Konstruktionstechnik)
Band 87
Praktisches Radiobasteln III
(Bauanleitungen und Schaltungsvorschläge)

Die Broschüren sind in der Reihe *Der praktische Funkamateur* als Band 8, 9 und 16 erschienen.

31.–45. Tausend, 4. Auflage
Deutscher Militärverlag · Berlin 1969
Lizenz-Nr. 5
Lektor: Wolfgang Stammler
Zeichnungen: Erich Böhm
Typografie: Helmut Herrmann
Korrektor: Rosemarie Hübner
Hersteller: Werner Briege
Gesamtherstellung: Druckerei Märkische Volksstimme Potsdam A 474
1,90 M

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur 1. Auflage

Mit einer Reihe von drei Broschüren wollen wir den Radio- und Funkbastelfreunden das unbedingt notwendige theoretische Wissen vermitteln und die erforderliche Anleitung zum Bau funktechnischer Geräte geben.

Die erste Broschüre soll die handwerklichen Grundlagen schaffen und die Einrichtung eines zweckmäßigen Arbeitsplatzes erörtern.

Die zweite Broschüre, die zu Beginn des nächsten Jahres erscheint, geht auf die Anwendung der verschiedenen elektrischen Bauelemente und auf Konstruktionstechniken ein. Die dritte Broschüre, die im Herbst des nächsten Jahres im Buchhandel erhältlich ist, gibt dann verschiedene Vorschläge und Anleitungen für den eigentlichen Bau von funktechnischen Geräten.

Wir hoffen, daß wir mit dieser Fortsetzungsreihe nicht nur neue Funkbastelfreunde gewinnen, sondern auch den Jungen Technikern in der Pionierorganisation *Ernst Thälmann*, den Zirkeln der Freien Deutschen Jugend und den Amateurfunk-Klubstationen der Gesellschaft für Sport und Technik Hilfe für ihre Arbeit geben können.

Für Hinweise auf Ergänzungen oder die Verbesserung des Inhaltes bei erforderlichen Neuauflagen wären wir dankbar.

Neuenhagen, im Sommer 1959

Autor und Verlag

Vorwort zur 3. Auflage

Die Broschüren *Praktisches Radiobasteln* haben vor allem bei den jungen Radiobastlern eine gute Aufnahme gefunden. Da vom Nachwuchs diese Broschüren immer wieder gefragt sind, hat sich der Verlag zu einer Neuauflage entschlossen. Der bewährte Aufbau der Broschüre wird beibehalten. Für die dritte Auflage ist der Inhalt vom Autor überarbeitet und ergänzt worden.

Neuenhagen, im Herbst 1964

Autor und Verlag

Vorwort zur 4. Auflage

Dem Anfänger eine fundierte Starthilfe zu geben bei der Beschäftigung mit der Praxis der Funktechnik und Elektronik haben die Broschüren *Praktisches Radiobasteln* bisher gut erfüllt. Für die neue Auflage wurde entsprechend dem Lehrstoff der Schule das System der Fertigungsverfahren nach *TGL 21 639* aufgenommen, so daß Übereinstimmung mit dem Fach *Einführung in die sozialistische Produktion* gegeben ist. Die den Radiobastlern interessierenden Fertigungsverfahren werden in der Reihenfolge nach praktischen Erfahrungen dargelegt.

Neuenhagen, im Dezember 1968

Autor und Verlag

1. Wie soll unser Arbeitsplatz aussehen

Nicht jedem Radiobastler wird es möglich sein, sich eine kleine Werkstatt einzurichten, in der er alle notwendigen Bastelarbeiten durchführen kann. Es erhöht aber ungemein die Freude an der Arbeit, wenn auch nur ein kleiner, bescheidener Arbeitsplatz vorhanden ist, der keinem anderen Zweck dient als nur dieser Freizeitbeschäftigung. Wenn man jeweils diesen Arbeitsplatz erst provisorisch einrichten und dazu alles Notwendige aus Schubladen, Kisten und Pappkartons zusammensuchen muß, ist einem beim eigentlichen Arbeitsbeginn meistens die Lust an dieser Arbeit vergangen. Da findet man nicht gleich die Spiralbohrer, oder der Hammer ist verschwunden. Verwendet man als Arbeitstisch den Küchentisch, so blickt die Hausfrau kummervoll auf den gepflegten Linoleumbelag; und wer ist nicht schon einmal mit der Handbohrmaschine abgerutscht und mußte den Spiralbohrer aus der Tischplatte ziehen? Hat man dagegen einen eigenen Arbeitstisch, so geht es einem wie mit der Lederhose: Je mehr Flecken darauf sind, um so stilechter wirkt er. Außerdem wird häuslicher Ärger vermieden, und man spart Zeit, die heute immer knapp ist.

1.1. Einfacher Arbeitstisch

Für die Einrichtung eines Arbeitsplatzes genügt immer ein gebrauchter Tisch. Diesen kann man sehr billig bei einer Auktion oder in einer Gebrauchtwarenhandlung erstehen. Eventuell sieht man einmal die Verkaufsanzeigen einer Tageszeitung daraufhin durch.
Allerdings sollte man darauf achten, daß der Tisch stabil ist und eine Tischplatte mit den Ausmaßen von etwa 120 cm × 70 cm hat. Die Tischhöhe soll etwa 75 cm betragen. Auch sollten unbedingt 1 oder 2 Schubfächer vorhanden sein. Bild 1 zeigt eine Darstellung, wie man einen solchen Tisch

mit einem zweckmäßigen Aufbau versehen kann. Im unteren Teil des Aufbaus sind von links nach rechts angeordnet 1 Antennenbuchse, 5 auf einer Metallschiene befestigte Erdbuchsen, 1 Sicherungsautomat und 5 Steckdosen in Unterputzausführung. Durch diese Buchsen und Steckdosen vermeidet man ein Strippengewirr zur nächsten Steckdose

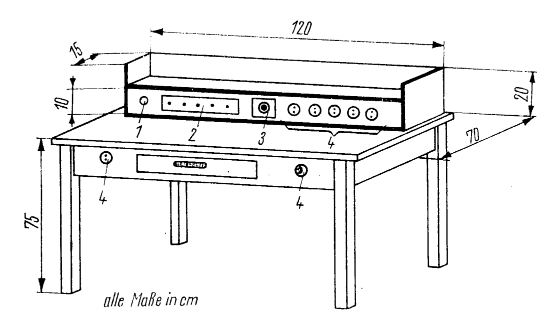


Bild 1 Einfacher Arbeitstisch, bestehend aus einem alten Tisch und getrenntem Aufbau; 1 – Antenne, 2 – Erdschiene, 3 – Sicherungsautomat, 4 – Unterputzdosen für Netzspannung

und zu den anderen benötigten Anschlüssen (Antenne, Erde). Auf dem oberen Teil des Aufbaus kann man Prüfgeräte, Netzgeräte usw. unterbringen. Diesen Aufbau läßt man aus 10 mm starkem Holz von einem Tischler anfertigen und beizen. Antennenbuchse und Erdbuchsen sind gewöhnliche Telefonbuchsen. Die Erdbuchsen werden auf einer Metallschiene (Kupfer, Messing oder Aluminium) zusammengefaßt. Die Erdleitung wird mit dieser Metallschiene verbunden. Sehr wichtig ist das Vorhandensein eines Sicherungsautomaten. Diesen lernt man schätzen, wenn man bei einem Kurzschluß im Dunkeln gesessen hat und dann im Korridor oder im Hausflur die Sicherung auswechseln mußte. Voraussetzung für diesen Sicherungsautomaten ist allerdings, daß die Auslöse-Stromstärke niedriger liegt als bei der Wohnungssicherung. Da Stromzuführungen zu Wohnungen in den meisten Fällen mit 6 A abgesichert sind, verwenden wir für den Arbeitstisch einen Sicherungsautomaten

für 1 bis 3 A. Bei einer Netzspannung von 220 V kann man dann eine Belastung bis zu etwa 600 W anschließen. Die 5 Steckdosen des Aufbaus werden parallelgeschaltet. An der Vorderseite des Tisches bringt man ebenfalls 2 Steckdosen in Unterputzausführung für den Anschluß des Lötkolbens an. Bild 2 zeigt die Schaltung des elektrischen Anschlusses. Von größter Bedeutung bei jeder Arbeit sind gute Lichtverhältnisse. Deshalb ist es günstig, wenn man den Arbeitstisch so an ein Fenster stellen kann, daß das Licht von links auf den Tisch fällt. Meist arbeiten jedoch Radiobastler und Funkamateure abends oder nachts, so daß für den Arbeitsplatz eine elektrische Beleuchtung vorgesehen werden muß. Am günstigsten sind für diesen Zweck Arbeitsleuchten. Bekannt ist die Ausführung mit Scherenarm oder mit verstellbaren Kugelgelenken. Mit solchen beweglich angebrachten Lampen läßt sich jede Stelle des Arbeitstisches beleuchten. In der Arbeitsleuchte verwendet man Glühlampen mit 60 bis 100 W. Sehr zu empfehlen für den ausschließlichen Nachtarbeiter sind Tageslichtlampen.

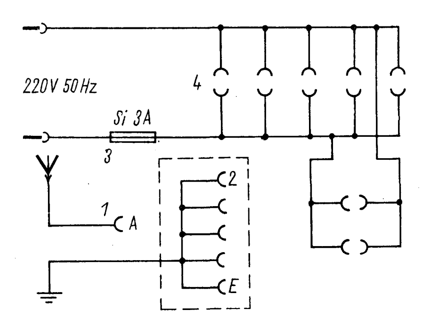


Bild 2 Schaltung der elektrischen Anlage des einfachen Arbeitstisches

In der Schublade des Arbeitstisches wird kleineres Handwerkszeug und anderes Kleinmaterial untergebracht. Ist die Tischplatte mit Wachstuch oder Linoleum ausgelegt, so empfiehlt es sich, eine Hartfaserplatte aufzunageln.

1.2. Arbeitsplatz mit Schreibtisch

Manchmal kann man billig einen gebrauchten Schreibtisch kaufen. Dieser ist für unsere Zwecke noch günstiger als ein einfacher Tisch, da sich in seinen zahlreichen Schubladen und Fächern sehr viel unterbringen läßt, was man sonst unter Betten schiebt oder auf Kleiderschränke legt. Auf diesem Schreibtisch kann man ebenfalls einen Aufbau nach Bild 1 anbringen. Die Steckdosen für den Lötkolben werden dann an den Seitenwänden angebracht.

Bild 3 zeigt eine Erweiterung des Aufbaus durch zusätzliche Fächer und Schubladen. Die Abmessungen gehen aus Bild 3 hervor, während Bild 4 die Schaltung der elektrischen Anlage zeigt. Dazugekommen sind zwischen Erdbuchsen und Sicherungselement eine Netzglimmlampe und ganz rechts der hochohmige Anschluß für einen Lautsprecher. Die Netzglimmlampe informiert uns jederzeit darüber, ob die Netzspannung an den Steckdosen anliegt. Im oberen Teil ist in der Mitte das Lautsprechersystem mit

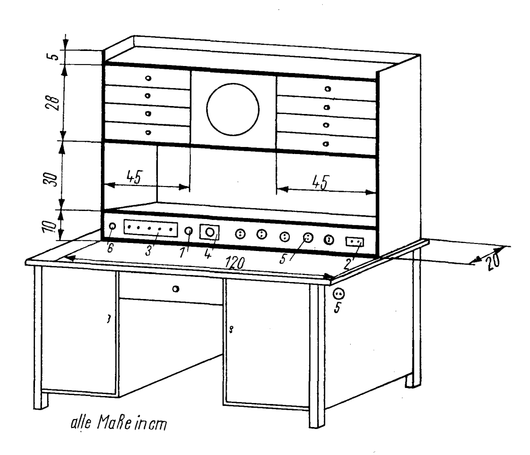


Bild 3 Erweiterter Aufbau für einen Schreibtisch; 1 – Glimmlampe für Netzanzeige, 2 – hochohmiger Lautsprecheranschluß, 3 – Erdschiene, 4 – Sicherungsautomat, 5 – Unterputzdosen für Netzspannung, 6 – Antenne

Ausgangsübertrager untergebracht. Die primäre Anschlußseite dieses Ausgangsübertragers liegt an den rechts befindlichen Buchsen. Verwendet wird ein 2- bis 4-W-Lautsprecherchassis mit permanenten Magneten. Der Durchmesser der Lautsprecheröffnung richtet sich nach dem Korbdurchmesser des verwendeten Lautsprechers.

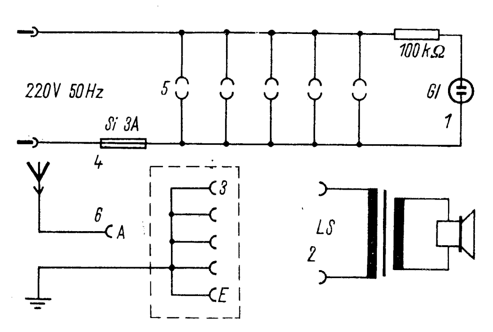


Bild 4 Schaltung der elektrischen Anlage des erweiterten Aufbaus nach Bild 3

Über der Steckdosenleiste und auf der oberen Platte des Aufbaus können Geräte abgestellt werden. Rechts und links vom Lautsprecher sind Schubfächer für Widerstände, Kondensatoren und anderes Kleinmaterial angebracht. Zu diesem Zweck werden die einzelnen Schubladen in kleine Fächer aufgeteilt. Das Werkzeug wird bequem in den Seitenfächern des Schreibtisches untergebracht. Zweckmäßig ist auch dabei das Einfügen von Zwischenfächern in den Schubladen, damit das Werkzeug übersichtlich gelagert werden kann.

1.3. Großer Arbeitsplatz

Einen großen Arbeitsplatz mit allem Komfort zeigt Bild 5. Über dem Arbeitstisch befindet sich ein übersichtliches Wandregal, in dessen Fächern und Schubladen zahlreiche Geräte und Kleinmaterial untergebracht werden können.

Darunter hängt ein länglicher Holzkasten mit einer Frontplatte aus 3 mm starkem *Pertinax.* Auf dieser Frontplatte sind neben einer Netzglimmlampe in der Mitte zahlreiche 2polige Buchsen für die Netzspannung angebracht. Je ein Instrument zeigt die vorhandene Netzspannung und die dem Netz entnommene Stromstärke an. Rechts und links von den Meßinstrumenten sind 2 Leitungsprüfer mit optischer Anzeige angeordnet. Für hochohmige Messungen wird eine Glimmlampe verwendet und für niederohmige Messungen eine Skalenlampe. Die Stromversorgung befindet sich ebenfalls in diesem Holzkasten. Bild 6 zeigt die Schaltung für diese beiden Leitungsprüfer. Die Stromzuführung zu dem länglichen Holzkasten erfolgt über einen Sicherungsautomaten.

Der Arbeitstisch enthält rechts und links je 4 Schubfächer, die zum Teil ein heraushebbares Zwischenfach haben. Diese Schubfächer dienen zur Aufbewahrung von Werkzeug, Kleinmaterial, Blech- und Isolierstoffplatten sowie anderen Materialien. Das Schubfach in der Mitte des Tisches enthält Schreib- und Zeichenutensilien. Unterhalb des mittleren

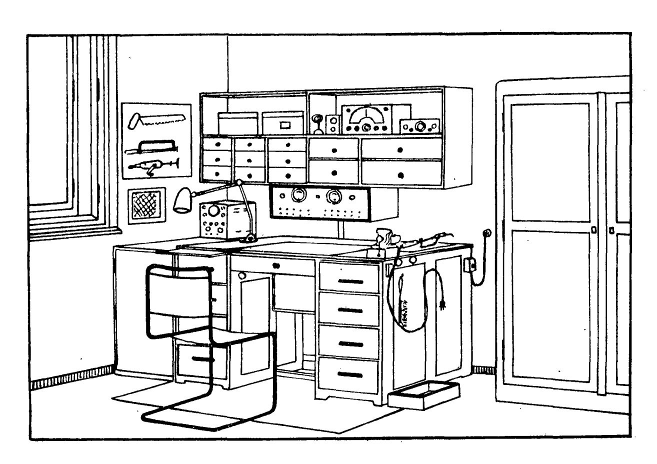


Bild 5 Großer Arbeitsplatz mit allem Komfort

Schubfaches ist ein kleines Schrankfach angeordnet. Rechts und links befinden sich herausziehbare Platten zur Ablage. Dann sollte außerdem noch links vom Arbeitstisch ein kleiner Schrank oder ein Aktenbock stehen, in dem Fachliteratur, vor allem Fachzeitschriften, untergebracht werden. Links an der Wand ist eine Holzplatte befestigt, an der sperriges Werkzeug aufgehängt wird. Darunter befindet

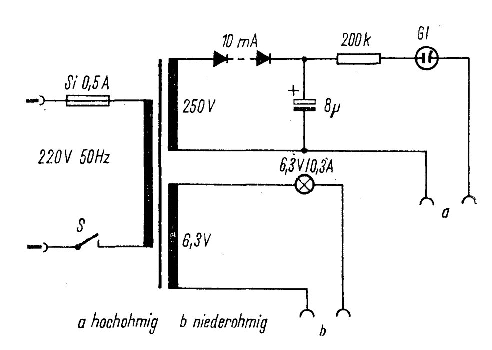


Bild 6 Schaltung des niederohmigen und hochohmigen Leitungsprüfers

sich eine Holzplatte, auf die die zahlreichen benötigten „Strippen" gesteckt werden. Auf der Platte des Arbeitstisches ist rechts ein mittlerer Schraubstock befestigt. Diese Arbeitstisch-Kombination erfüllt alle Ansprüche des Radiobastlers und Funkamateurs, ist aber auch entsprechend teuer, wenn man sie in einer Tischlerei anfertigen läßt.

1.4. Werkstatt für eine Klubstation

Das Zentrum für die Ausbildung der am Funksport interessierten Jugendlichen sind die Klubstationen der Amateurfunker der Gesellschaft für Sport und Technik. Diese Klubstationen bieten in den meisten Fällen die Voraussetzung für die Durchführung einer Morseausbildung, für die Ausbildung in der Funk- und Betriebstechnik sowie für die Anleitung zum Selbstbau von funktechnischen Geräten. Dazu

gehört eine nach den gegebenen Möglichkeiten eingerichtete Werkstatt, in der die beim Selbstbau von funktechnischen Geräten anfallenden Arbeiten durchgeführt werden können.
Bild 7 zeigt die ursprüngliche Raumaufteilung der Klubstation *DM 3 BM,* der der Autor mehrere Jahre angehörte. Das Leben der Mitglieder der Klubstation spielte sich in

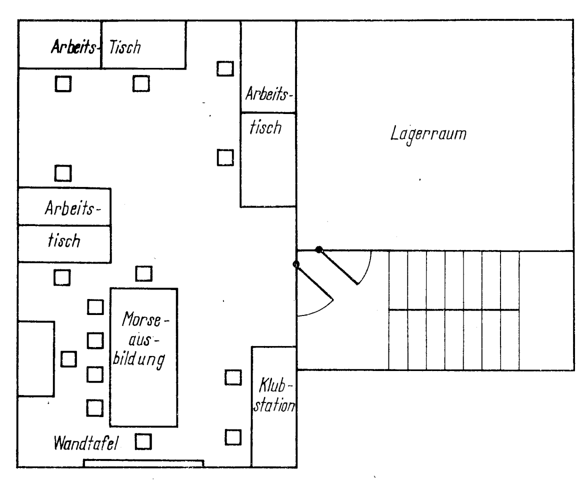


Bild 7 Ungefähre Darstellung der alten Raumaufteilung der Klubstation *DM 3 BM*

einem größeren Raum ab, in dem Morseunterricht durchgeführt wurde, einzelne Kameraden ihre Geräte bauten und in dem man auch die Amateurfunkstation betrieb. Wurde Funkbetrieb in Telefonie durchgeführt, so mußte bei Umschaltung auf Senden alles die Luft anhalten, um die Sendung nicht zu stören. Die Folge war, daß die Amateurfunk-Klubstation *DM 3 BM* nur selten „in der Luft" war. Nach einer Aussprache unter den Kameraden der Klubstation wurde beschlossen, in gemeinsamer Arbeit die Raumaufteilung entsprechend Bild 8 zu ändern.
Der als Lager benutzte Raum erhielt einen Türdurchbruch.

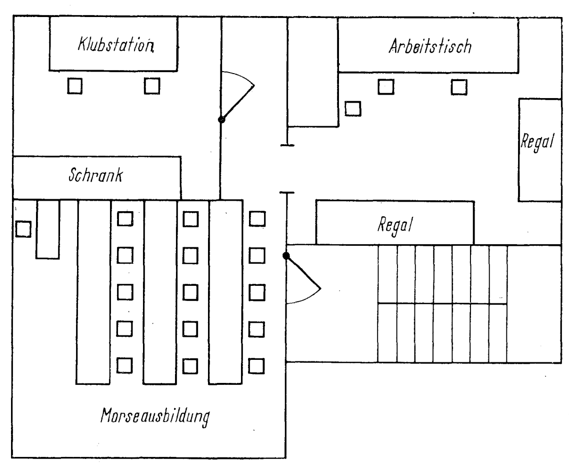


Bild 8 Ungefähre Darstellung der neuen Raumaufteilung der gleichen Klubstation

Die Wände wurden gekalkt; der Raum wurde entsprechend als Werkstatt eingerichtet. Durch 2 eingezogene Wände teilte man eine Ecke von etwa 2,5 m × 4,5 m vom bisherigen Raum der Klubstation ab. An der Schmalseite dieses abgeteilten Raumes wurde eine Tür angebracht. In dem abgeteilten Raum selbst befindet sich nun die Amateurfunk-Klubstation. Ungestört vom Geschehen in den anderen Räumen kann jetzt Amateurfunkverkehr durchgeführt werden.

Der übrige Teil des früheren Raumes wurde für die Durchführung des Morseunterrichts und die Ausbildung in der Funk- und Betriebstechnik eingerichtet. Durch die Neuaufteilung der Räumlichkeiten ist also ein ungestörtes Nebeneinander des Amateurfunkverkehrs, der Ausbildung und der Werkstattarbeit möglich.

1.5. Arbeitsplätze für die Zirkelarbeit

In den Ausbildungszentren und Klubstationen der Nachrichtensportler der Gesellschaft für Sport und Technik wer-

den nicht nur junge Kameraden für ihren Ehrendienst als Funker in der NVA vorbereitet. Diese Zentren sind auch der Treffpunkt junger und älterer Kameraden, die sich in der Freizeit praktisch mit der Funktechnik und Elektronik beschäftigen. Neben den Amateurfunkern gibt es Interessenten für das Radiobasteln, die Transistortechnik, die Elektronik, die Fernsehtechnik, die Elektroakustik usw. Wenn man es versteht, an diesen Zentren die Arbeit gut zu organisieren, so kann man eine inhaltsreiche Ausbildung garantieren, und die der GST übertragenen Aufgaben erfüllen.

In den Zirkeln wird aber nicht nur das Grundwissen vermittelt, sondern ebenso die praktische Beschäftigung gefördert. Dazu gehören Konstruktion und Selbstbau von funktechnischen und elektronischen Geräten. Um eine rege Zirkelarbeit in den Radioklubs und Klubstationen der GST zu gewährleisten, muß man einen Raum für die praktische Werkstattarbeit herrichten, in dem die Zirkelteilnehmer unter Anleitung erfahrener Kameraden ihre Geräte bauen können. Dabei sollte man nur größeres Werkzeug bereithalten und an jedem Platz eine Anschlußtafel für Netzspannung und niedrige Gleichspannungen (3 bis 9 V). Diese niedrigen Gleichspannungen benötigt man für den Betrieb von Transistorschaltungen. Außerdem sollten die wichtigsten Meßgeräte zur Verfügung stehen. Alles andere, wie Kleinwerkzeug, Bauelemente und Kleinmaterial, bringen die Zirkelteilnehmer mit, da sie ja in den meisten Fällen die Geräte für den eigenen Gebrauch bauen.

1.6. Zubehör zum Arbeitsplatz

Bevor wir auf die Beschreibung des für unsere praktische Arbeit notwendigen Werkzeugs eingehen, sollen noch einige Hinweise für Dinge gegeben werden, die uns die Arbeit am Arbeitsplatz erleichtern. Wie schon gesagt, wird das Schubfach des Arbeitstisches in einzelne, verschieden große

Fächer unterteilt, in denen wir kleineres Werkzeug und Kleinmaterial unterbringen können (Bild 9). Für das größere Werkzeug suchen wir uns einen Platz in einem anderen Schrank, in der Besenkammer oder anderswo. An einer Schmalseite des Tisches bringen wir senkrecht ein 20 mm starkes Holzbrett an, auf das wir unsere Verbindungsschnüre stecken. Zu diesem Zweck bohren wir in einem Ab-

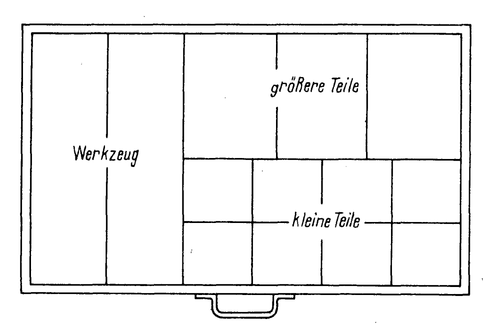


Bild 9 Das Schubfach des Arbeitstisches wird zur übersichtlichen Lagerung von Werkzeug und Bastelmaterial in verschieden große Fächer unterteilt

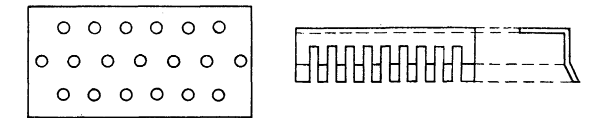


Bild 10 Die Aufbewahrung der Verbindungsschnüre erfolgt entweder durch Einstecken in ein gebohrtes Brett oder auf einem geschlitzten Blech

stand von 10 mm mit einem 4-mm-Bohrer Löcher, in die dann die Bananenstecker gesteckt werden (Bild 10). Die Verbindungsschnüre selbst stellen wir aus gummiisoliertem, 1poligem Litzenkabel her. Die Längen dieser Verbindungsschnüre betragen 25, 50, 75 und 100 cm. Von jeder Länge stellen wir etwa 4 bis 6 Stück her. An beide Enden kommt je ein Bananenstecker, dazu einige Krokodilklemmen, so daß die Leitungen beliebig verwendet werden können. Für

Niederfrequenzzwecke fertigen wir noch einige Verbindungsschnüre mit Abschirmung an. Abschirmung und Ader versehen wir an beiden Enden ebenfalls mit Bananensteckern.

Während auf die benötigten Radiobauteile in Teil II näher eingegangen wird, seien hier noch einige Bauteile genannt, die man in kleinen Stückzahlen vorrätig halten sollte. Neben üblichen 2poligen Netzsteckern benötigt man Telefonbuchsen, Bananenstecker, 2polige Buchsen mit 19 mm Steckerabstand und zweipoliges Netzkabel. Für UKW gibt es besondere Bauteile, zweipolige Stecker, Buchsen und Kupplungen, die für die Verwendung an UKW-Flachbandkabel vorgesehen sind. Für HF-Koaxialkabel sieht man besondere Koaxstecker und Koaxbuchsen vor.

2. Welches Werkzeug brauchen wir

Bevor wir in diesem Abschnitt näher auf die einzelnen Werkzeuge eingehen, wollen wir kurz 3 Normen für Werkzeugausrüstungen aufstellen.

Norm 1: Diesen Werkzeugsatz kann man als den unbedingt notwendigen ansehen. Er ist gedacht für Radiobastler, die erst anfangen und die nur ab und zu ein funktechnisches Gerät bauen.

Norm 2: Für den fortgeschrittenen Radiobastler, der auch ab und zu eine Bauanleitung verfaßt, sind einige Werkzeuge mehr notwendig. Diese werden nach und nach angeschafft.

Norm 3: Diese Norm ist aufgestellt für die Werkzeugausrüstung von Amateurfunk-Klubstationen. Die Beschaffung dieser Werkzeuge ist meist durch den Patenbetrieb möglich, der entsprechendes Werkzeug zur Verfügung stellt. Außerdem sieht in den meisten volkseigenen Betrieben der Betriebskollektivvertrag finanzielle Mittel vor für die Unterstützung der GST-Arbeit.

Die aufgestellten Normen stellen natürlich kein Dogma dar, sondern nur Vorschläge, die man je nach Wunsch und finanziellen Mitteln abwandeln kann. Die einzelnen Normen sind im Tabellenanhang aufgeführt (s. Seite 80).

2.1. Prüf- und Meßmittel

Eine wichtige Voraussetzung beim Bearbeiten von Werkstücken ist die Einhaltung der durch eine Zeichnung festgelegten Abmessungen. Daher muß vor, während und nach der Bearbeitung das Werkstück gemessen werden. Diese Prüfung auf Maßhaltigkeit erfolgt mit Meßwerkzeugen. Die Einhaltung der z. B. in einer Bauanleitung geforderten Abmessungen gibt die Gewähr, daß alle Teile nach ihrer Fertigstellung zusammenpassen. Wenn man sich also durch

korrektes Messen von der richtigen Ausführung der Arbeit überzeugt, dann werden Pannen vermieden. Es ist deshalb erforderlich, daß man seine Meßmittel pfleglich behandelt. Bild 11 zeigt verschiedene Meßmittel, die in der Praxis verwendet werden.

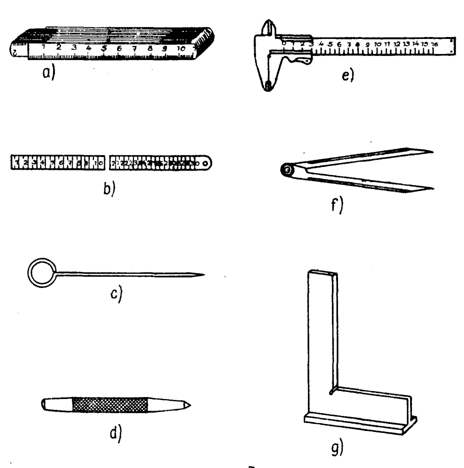


Bild 11 Meß- und Anreiß-Mittel; Gliedermaßstab (a), Stahlmeßband (b), Reißnadel (c), Körner (d), Schieblehre (e), Spitzzirkel (f) und Anschlagwinkel (g)

Für die Längenmessung benutzt man dünne Stahlmeßbänder, die im Handel in den Längen 300 mm und 500 mm erhältlich sind. Auf der unteren Teilung kann man Maße auf den Millimeter genau bestimmen, während die obere Teilung sogar von 0,5 mm zu 0,5 mm geht. Es läßt sich also bequem ein Maß von z. B. 62,5 mm ablesen. Für größere Länge nimmt man Rollstahlmeßbänder mit einer Länge von 2 m, die in einer Hülse zusammengerollt werden. Diese Rollmeßbänder sind oben und unten mit einer Millimeter-Teilung versehen.

Gliedermaßstäbe aus Holz, Stahl oder Leichtmetall verwendet man nur zu orientierenden Messungen, da sie mitunter erhebliche Differenzen aufweisen. Die Messung mit dem dünnen Stahlmeßband erfolgt jedoch fast parallaxenfrei,

da die Teilung unmittelbar auf der zu messenden Fläche aufliegt. Bei stärkeren Linealen muß man diesen Punkt besonders beachten. Meßlineale, bei denen die Teilung auf einer Fase eingraviert ist, sind in diesem Falle günstiger. Fast ein Universalmeßwerkzeug ist die Schiebelehre. Mit ihr lassen sich neben Längen und Dicken auch Außen- und Innendurchmesser sowie Tiefenmaße bestimmen. Bild 12 zeigt eine Schieblehre, die sowohl eine metrische als auch eine Zolleinteilung hat. Mit der Schiebelehre können Messungen bis auf $^1/_{10}$ mm genau ausgeführt werden. Zu diesem Zweck ist der Nonius auf der Fase über der metrischen Teilung eingraviert. Der Nonius ist 9 mm lang und in 10 gleiche Teile geteilt. Stehen die Schenkel beieinander, so ergibt sich eine Einstellung nach Bild 13. Mißt man die Dicke eines Werkstücks, so bestimmt man zunächst die Anzahl der ganzen Millimeter. Diese Zahl liest man links vom Nullstrich des Nonius auf der Hauptteilung ab. Die Zehntelmillimeter bestimmt man, indem festgestellt wird, welcher Noniusstrich sich mit einem Teilstrich der Hauptteilung deckt. Ist es der 5. Teilstrich des Nonius, dann ist das

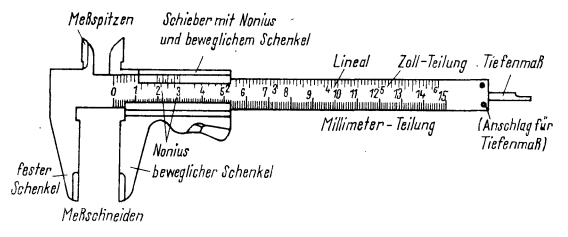


Bild 12 Einzelheiten an der Schieblehre

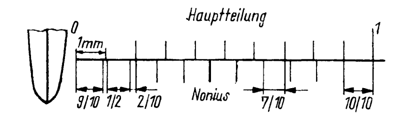


Bild 13 Ansicht der Noniusskala bei geschlossenen Schenkeln der Schieblehre

abgelesene Millimetermaß um $^{5}/_{10}$ Millimeter größer. Ist es der 8. Noniusteilstrich, dann ist das abgelesene Maß $^{8}/_{10}$ Millimeter größer. Bild 14 zeigt ein Meßbeispiel für das Maß 12,7 mm.

Für sehr genaue Messungen wird die Meßschraube verwendet. Sie erlaubt Messungen mit einer Genauigkeit von

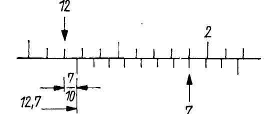


Bild 14
Schieblehren-Meßbeispiel für das Maß 12,7 mm

$^{1}/_{100}$ Millimeter. Bei einer Steigung der Gewindespindel von 0,5 mm enthält die Feinskala auf der Außenhülse 50 Skalenteile. Jeder Teilstrich bedeutet $^{1}/_{100}$ mm.

Zum Prüfen von rechten Winkeln, Ebenen, Kanten und zum Anreißen senkrecht aufeinanderstoßender Linien verwendet man einen Anschlagwinkel. Zum Anreißen wird eine Reißnadel benutzt, deren Spitze gehärtet ist. In dem Werkstoff hinterläßt die Reißnadel einen geringfügigen Riß. Das muß man bei weichen Werkstoffen beachten. Deshalb werden Aluminiumbleche grundsätzlich nur mit einem weichen Bleistift angerissen. Es kann sonst passieren, daß das Aluminiumblech beim Biegen an der Ritzstelle bricht. Beim Anreißen wird die Reißnadel in der Bewegungsrichtung etwas geneigt.

Bohrungen und Rißlinien, die bei der Bearbeitung des Werkstücks verwischt werden können, körnt man an. Der Winkel der Körnerspitze beträgt etwa 60 °. Mit einem Hammer von 200 g erhält der Körner nach dem Aufsetzen einen leichten, kurzen Schlag. Der Körner hinterläßt in dem Werkstoff eine entsprechende Vertiefung. Bei Bohrlöchern kann man in dieser Vertiefung bequem den Bohrer ansetzen. Für das Anreißen von Kreisen verwendet man einen Spitzzirkel mit gehärteten Spitzen. Der Kreismittelpunkt wird angekörnt.

2.2. Spannwerkzeuge

Zu den Spannwerkzeugen zählt in erster Linie der Schraubstock. In diesen wird das Werkstück zur Bearbeitung eingespannt. Grundsätzlich werden nur Schraubstöcke mit Parallelführung verwendet. Die Stahlbacken dieser Schraubstöcke bewegen sich stets parallel zueinander und halten dadurch das Werkstück gleichmäßig fest. Zur Schonung des Werkstücks werden Backen aus Aluminium, Blei oder Holz eingelegt. Das Einspannen von Werkstücken, die auf einer Maschine bearbeitet werden sollen, erfolgt mittels Maschinenschraubstock. Für das Einspannen und Festhalten kleinerer Werkstücke benutzt man einen Feilkloben, dessen Backen durch Flügelmutter und Blattfeder verstellt werden können. Bild 15 zeigt verschiedene Spannwerkzeuge.

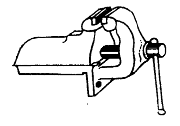
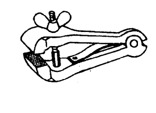



Bild 15 Spannwerkzeuge; links Parallelschraubstock und rechts Feilkloben

Die Zangen mit ihren vielfältigen Formen (Bild 16) gehören ebenfalls zu den Spannwerkzeugen. Flach- und Schnabelzangen verwendet man zum Biegen und zum Festhalten kleinerer Teile. Mit der Rundzange lassen sich Drähte und Blechstreifen biegen. Meist nimmt man sie zum Biegen von Ösen an Drahtenden, wenn diese durch Schrauben festgehalten werden sollen. Viel verwendet wird die Kombinationszange, bei der Flach- und Rohrzange mit einem Seitenschneider kombiniert sind. Für die Anwendung in der

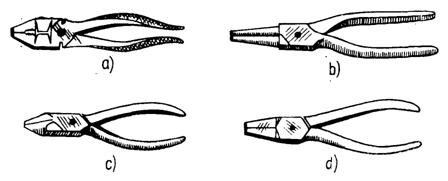


Bild 16 Zangenformen; Kombinationszange (a), Rundzange (b), Seitenschneider (c) und Flachzange (d)

Elektronik ist die Kombinationszange (auch Kombizange genannt) gummiisoliert.

2.3. Trennwerkzeuge

Das Trennen von Werkstücken kann auf verschiedene Weise geschehen: durch Meißeln, Schneiden oder Sägen. Zum Meißeln verwendet man den Flachmeißel, für schmale Nuten den Kreuzmeißel. Die Meißel werden aus zähem Werkzeugstahl hergestellt. Beim Flachmeißel sind Schaft und Schneide gleich breit. Der Keilwinkel liegt zwischen 40 und 60 °. Zum Trennen von Blechen oder anderem dünnen Material benutzt man eine Handblechschere. Diese Arbeit ist zeit- und kraftsparend, da die Hebelwirkung an den beiden Schenkeln der Schere ausgenutzt wird. Man verwendet für die Handblechschere die Berliner Form, die sich durch lange, gerade Schneiden auszeichnet. Beim Einkauf sollte darauf geachtet werden, daß die Hubbegrenzung vorn liegt und nicht am hinteren Ende der Schenkel. Dort klemmt man sich oft beim schnellen Schließen der Schere den Handballen ein. Bild 17 zeigt einige Trennwerkzeuge.

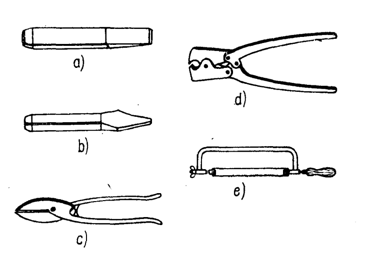


Bild 17
Trennwerkzeuge; Flachmeißel (a), Kreuzmeißel (b), Handblechschere (c), Hebelvornschneider (d) und Handbügelsäge (e)

Zum Trennen oder Aussägen kleiner Öffnungen bei dünnen Blechen oder Isolierstoffen kann sehr gut die aus den Jugendjahren herübergerettete Laubsäge dienen. Man muß nur die entsprechenden Laubsägeblätter verwenden. Bei weicheren Werkstoffen kann die Sägezahnzahl des Laubsägeblatts geringer sein als bei härteren Werkstoffen. Aber bei stärkeren Werkstücken versagt die Laubsäge auf Grund ihres feinen Sägeblatts. Man verwendet dann eine Hand-

bügelsäge, in die ein (meist zweiseitiges) Sägeblatt eingespannt wird. Um zu verhindern, daß bei größeren Schnitten die Säge klemmt, werden die Sägeblätter entweder gestaucht, gewellt oder geschränkt. Die Aufnahmestücke für das Sägeblatt sind kreuzweise geschlitzt, so daß man das Sägeblatt in zwei senkrecht zueinander stehende Richtungen einspannen kann. Über einen Spanner mit Flügelmutter wird das Sägeblatt gespannt.

Für das Trennen von Drähten ist ein Seitenschneider erforderlich. Da dieser für das Trennen von Kupfer- bzw. Aluminiumdrähten ausgelegt ist, sollte man das Kürzen von zu langen Schrauben mit Hilfe des Seitenschneiders unterlassen. Dafür verwendet man besser den sogenannten Hebelvornschneider, bei dem ein zweites Gelenk das Übersetzungsverhältnis zu den Schneidbacken vergrößert. Außerdem haben die Schneidbacken des Hebelvornschneiders eine stärkere Schneide als der Seitenschneider.

2.4. Schlagwerkzeuge

Für unsere Arbeiten genügen ein Hammer von 200 g und einer von 500 g. Beim Schlagen haben die auftretenden Fliehkräfte das Bestreben, den Hammer vom Stiel zu ziehen. Deshalb muß man darauf achten, daß der Hammer fest verkeilt auf dem Stiel sitzt. Zum Richten von Blechen soll man keinen gewöhnlichen Hammer verwenden, da durch das Schlagen das Blech gestreckt wird. Zum Richten verwendet man deshalb einen Holzhammer aus Weißbuche oder einen Einsatzhammer mit einem Einsatz aus Plastwerkstoff. Bild 18 zeigt einige Schlagwerkzeuge.




Bild 18
Schlagwerkzeuge; links Schlosserhammer und rechts Holzhammer

2.5. Feilen

Um ein Werkstück auf das genaue Maß zu bringen, Trennstellen nachzuarbeiten, Kanten zu entgraten oder zu runden, verwendet man die Feile. Sie besteht aus dem Blatt

und der Angel. Ein vorgebohrtes Heft wird auf die Angel gepreßt, damit man die Feile bequem anfassen kann. Das Heft muß fest auf der Feile sitzen, damit man sich nicht die Hand an der spitzen Angel verletzt. Die verschiedenen Feilen unterscheiden sich einmal in der Hiebweite, zum anderen in der Form des Blattes (Bild 19). Die verschiedenen Hiebweiten gliedern sich in

Grobhieb
Bastardhieb
Grobschlichthieb
Schlichthieb
Feinschlichthieb

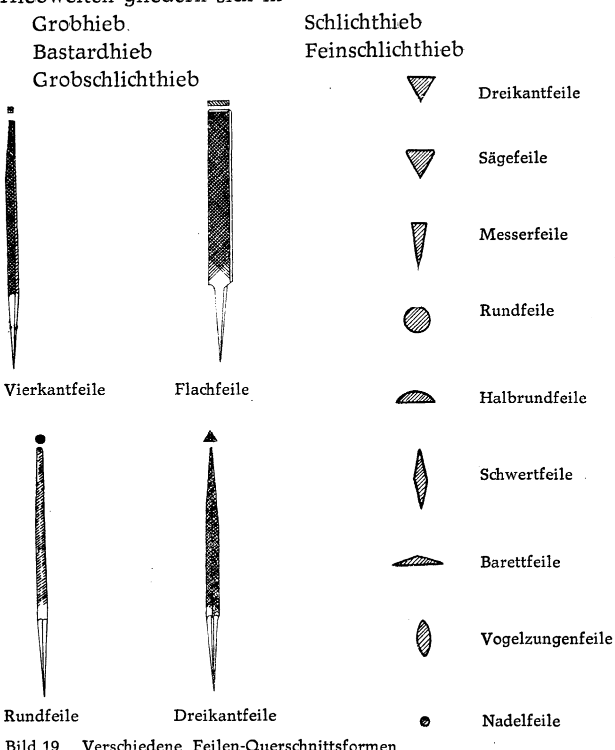


Bild 19 Verschiedene Feilen-Querschnittsformen

Je kleiner die Hiebweite ist, um so feiner sind die beim Feilen erzeugten Bearbeitungsriefen. Man unterscheidet zwischen Einhiebfeilen, Doppelhiebfeilen, gefrästen Feilen und Feilen mit Raspelhieb. Für die Bearbeitung von Kupfer

und Leichtmetall verwendet man Einhiebfeilen oder gefräste Feilen. Harte Metalle wie Stahl oder Gußeisen und *Pertinax* bearbeitet man mit der Doppelhiebfeile. Die Raspelfeile setzt man ein bei Holz oder Leder.
Diese Feilen werden in verschiedenen Größen hergestellt. Kleine Feilen, die nicht mit einer Angel enden, sondern in einen Rundstab auslaufen, nennt man Nadelfeilen. Das Säubern der Feilen geschieht mit einer Feilenbürste. Festsitzende Späne soll man nie mit einer Reißnadel entfernen, sondern dazu ein Stück Messing- oder Aluminiumblech verwenden.

2.6. Bohrwerkzeuge

Das einfachste Bohrwerkzeug, das wir allerdings nur bei Holz verwenden können, ist der Nagelbohrer. An der Spitze hat er ein Holzschraubengewinde, das beim Einschrauben in das Holz das axial angeordnete Messer nachzieht. Aus unserer Kindheit ist bestimmt auch noch der Drillbohrer bekannt, den wir allerdings nur bei dünnen Werkstoffen einsetzen können. Zu den einfachen Bohrmaschinen zählt außerdem die Bohrwinde (Brustleier), die entweder ein Bohrfutter hat oder für Bohrer mit Vierkantschaft ausgelegt ist. Bei den Handbohrmaschinen unterscheidet man 2 Typen. Die einfache Handbohrmaschine arbeitet nur mit einer Bohrgeschwindigkeit. Sie hat ein offenes Kegelradgetriebe, an dem man sich bei ungeschickter Handhabung leicht verletzen kann. Wesentlich vorteilhafter sind die Handbohrmaschinen mit Zweiganggetriebe. Der Wechsel der Bohrgeschwindigkeit erfolgt bei den meisten Konstruktionen durch Umwechseln der Handkurbel und des Haltegriffes. Diese Handbohrmaschinen gibt es bis zu Bohrerdurchmessern von 6, 10 oder 13 mm.
Mit wesentlich größeren Bohrgeschwindigkeiten arbeitet die elektrische Handbohrmaschine. Meist ist sie umschaltbar auf 2 Geschwindigkeiten, die Größe geht bis zu einem Bohrerdurchmesser von 25 mm. In Verbindung mit einem Bohrständer läßt sich die elektrische Handbohrmaschine

zur Tischbohrmaschine erweitern, mit der wesentlich genauere Bohrungen hergestellt werden können. Beim Arbeiten mit der elektrischen Handbohrmaschine ist darauf zu achten, daß stets eine Schutzerde benutzt wird (Schuko-Betrieb). Bild 20 zeigt einige Bohrmaschinen.

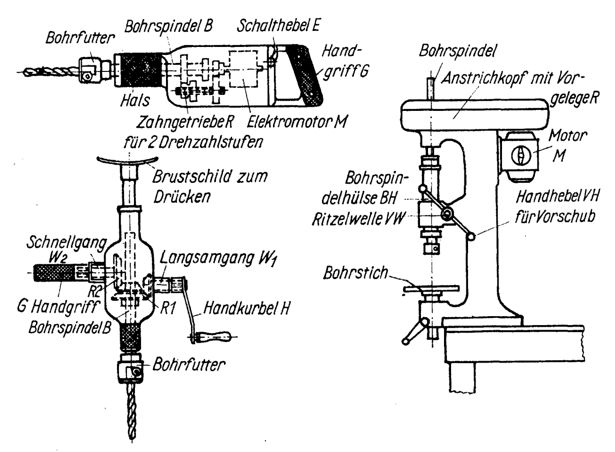


Bild 20 Bohrmaschinen; links oben elektrische Handbohrmaschine für 2 Drehzahlen, links unten Handbohrmaschine für 2 Drehzahlen und rechts Tischbohrmaschine mit mehreren Bohrgeschwindigkeiten

In manchen Klubstationen ist eine elektrische Tischbohrmaschine vorhanden. Die Umschaltung der Bohrgeschwindigkeit erfolgt bei modernen Tischbohrmaschinen durch eine Umschaltung des Getriebes oder des Motors. Ältere Ausführungen dagegen haben einen Riemenantrieb mit Riemenscheiben verschiedenen Durchmessers.

Zum Einspannen des Bohrers dient ein Dreibacken-Bohrfutter. Die 3 um 120° versetzten Backen werden beim Spannen fest an den zylindrischen Schaft des Bohrers gepreßt, wodurch der Bohrer gleichzeitig zentriert wird. Um ein Nachrutschen des Bohrers während des Bohrens zu verhindern, ist der Bohrer bis zum Anschlag in das Bohrfutter einzuspannen.

Die Bohrung wird mit einem Spiralbohrer ausgeführt.

Bild 21 zeigt das Bohrfutter und den Spiralbohrer. An der unteren Seite des Bohrers befinden sich die beiden Hauptschneiden. In den unteren Schaftteil des Bohrers sind 2 Drallnuten eingefräßt, die zur Abführung der bei der Bohrung entstandenen Späne dienen. Damit der Bohrer nicht an der Bohrlochwandung reibt, ist der Außenmantel bis auf eine schmale Führungsfase hinterschliffen. Das richtige Anschleifen des Spiralbohrers ist eine Kunst für sich. Beide Hauptschneiden müssen geradelaufen und hinterschliffen sein, damit der Bohrer nicht quetscht. Der Spitzenwinkel, den die beiden Hauptschneiden miteinander bilden, ist für verschiedene Werkstoffe verschieden groß (Bild 21).

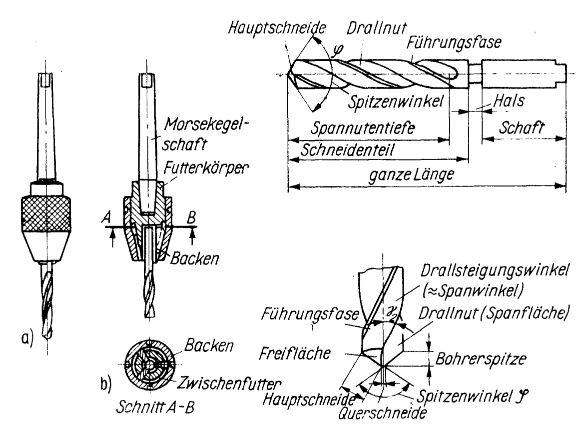


Bild 21 Bohrwerkzeuge; links Dreibacken-Bohrfutter mit konischem Schaft, rechts oben Spiralbohrer mit Bezeichnung der Einzelheiten und rechts unten die Bohrerspitze mit den entsprechenden Winkeln

Aluminiumlegierungen	130 bis 140°
Messing (Ms 58, Ms 60)	130°
Kupfer, Messing (Ms 80, Ms 90)	120 bis 125°
Stahl, Grauguß	116 bis 118°
Hartpapier	80 bis 90°
nichtgeschichtete Preßstoffe, Trolitul	50 bis 60°
Hartgummi	30 bis 40°

Beim Senken beträgt der Spitzenwinkel für Senk- und Linsensenkschrauben 90° und für Senknieten 75°. Die Senktiefe kann bei Tischbohrmaschinen mit einem verstellbaren Anschlag festgelegt werden.

Zum Herstellen von größeren runden Durchbrüchen bei Blechen verwendet man den Kreisschneider. Er wird mit seinem Schaft wie ein Spiralbohrer eingespannt. An einem Querbalken sitzt ein kleiner Drehstahl, der aus dem Blech eine entsprechende, kreisförmig verlaufende Nut ausspant. Bild 22 zeigt eine Maßskizze für einen Kreisschneider, den man selbst herstellt. Man kann ganz einfachen Baustahl verwenden. Der Schaft, der in das Bohrfutter gespannt wird, ist 50 mm lang und hat einen Durchmesser von 10 mm. Das untere Schaftende ist 20 mm stark und enthält unten einen zentrisch sitzenden, 5 mm starken Führungsstift. In einer Bohrung von 10 mm Durchmesser befindet sich der Stahlhalter. An einem Ende des Stahlhalters sitzt in einer Bohrung von 5,1 mm der Schneidstahl.

Zu diesem Kreisschneider gehören 2 Schneidstähle, einer für Kunststoffe und weiches Metall mit einem Schnittwinkel

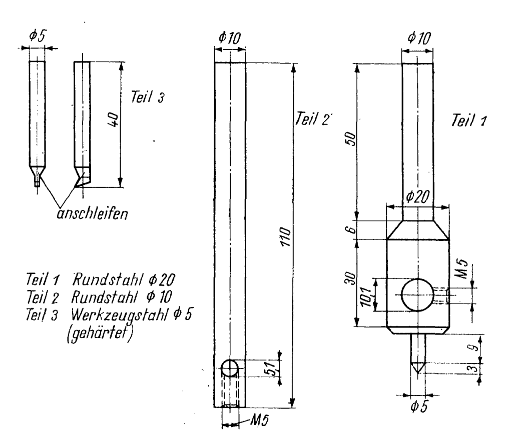


Bild 22 Maßskizze für einen Kreisschneider

von 45°, einer für härtere Metalle mit einem Schnittwinkel von 70°. Die Schneidstähle werden gehärtet, indem man sie in glühendem Zustand in Öl abschreckt. Anschließend werden sie noch einmal kurz überschliffen, und der Kreisschneider ist einsatzbereit. Bild 23 zeigt die Ausführung dieses Kreisschneiders.

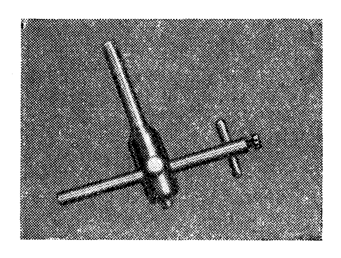


Bild 23
So sieht der fertige Kreisschneider aus

Eine andere Möglichkeit zur einfachen Herstellung größerer Löcher in Blechen besteht in der Anwendung eines Stanzwerkzeugs (Lochstanze), das mit einem Schraubenschlüssel gespannt wird. Bild 24 zeigt die Maßskizze für dieses dreiteilige Stanzwerkzeug. Für jeden Lochdurchmesser muß ein passendes Stanzwerkzeug benutzt werden. Bei Elektrolytkondensatoren mit Schraubfassung benötigt man einen Lochdurchmesser von 16 mm, für Röhrenfassungen solche von 22 mm (Miniatur), 30 mm (Oktal) und 38 mm (Stahlröhren).

Mit dem Stanzwerkzeug arbeitet man in folgender Weise: Teil 2 wird in den Schraubstock mit den abgefeilten Flächen eingespannt. Darauf kommt das Blech, das entsprechend der Schraube eine Bohrung an der Stelle hat, wo das Loch ausgestanzt werden soll. Darüber legt man den Teil 1, steckt die Schraube 3 durch und schraubt sie in den Teil 2 ein. Der eigentliche Stanzvorgang wird durch festes Eindrehen der Schraube mit einem Schraubenschlüssel durchgeführt. Damit der Stempel gut trennt, ist er etwas hohlgeschliffen. Damit man das ausgestanzte runde Blech aus Teil 1 entfernen kann, enthält dieser eine Bohrung; dort schlägt man das Blech mit einem Stift heraus.

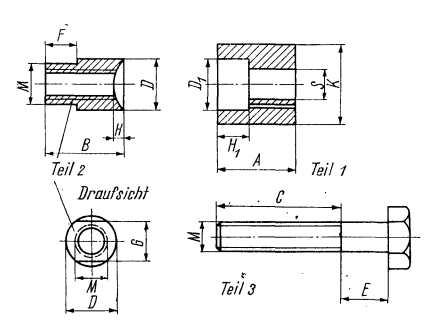


Bild 24 Maßskizze für ein dreiteiliges Stanzwerkzeug

Abmessungen in mm

D	A	B	C	D	D_1	E	F	G	H	H_1	K	M	S
18	25	25	40	18—	18+	15	10	14	4	10	27	10	11
16	25	25	40	16—	16+	15	10	13	4	10	25	10	11
20	25	25	40	20—	20+	15	10	16	4	10	29	12	13
22	25	25	40	22—	22+	16	10	16	4	10	31	12	13
30	30	25	40	30—	20+	15	10	22	4	10	40	16	17
38	30	25	40	38—	38+	15	10	28	4	10	50	16	17

D – D_1 auf Gleitpassung

2.7. Gewindeschneidwerkzeuge

Bei den Gewinden unterscheidet man zwischen den Außengewinden (z. B. Schrauben) und den Innengewinden (z. B. Muttern). Im Rahmen dieser Broschüre interessiert uns nur das Gewindeschneiden von Hand. Außengewinde werden mit ringförmigen Schneideisen geschnitten, die in einem Schneideisenhalter eingespannt sind. Das Schneideisen kann man als eine Mutter ansehen, bei der durch Aussparungen das Gewinde in kleine Schneidstähle aufgeteilt wurde. Für jede Gewindeform und -größe muß ein anderes Schneideisen verwendet werden. Da uns nur die metrischen Gewinde interessieren, trägt das Schneideisen für ein 3-mm-Außengewinde die Bezeichnung „M 3". Im Gegensatz zum Arbeiten mit dem Gewindebohrer wird das Außengewinde in einem Arbeitsgang fertiggeschnitten.

Das Innengewinde schneidet man mit Hilfe von Gewindebohrern in ein vorgebohrtes Loch. Da die Spanabfuhr ungünstiger ist als beim Schneiden eines Außengewindes, wird das Innengewinde in 3 Arbeitsgängen geschnitten. Der Vorschneider nimmt etwa 60 Prozent des zu entfernenden Werkstoffs weg, der Mittelschneider etwa 30 Prozent. Der Fertigschneider bringt das Innengewinde auf das Nennmaß. Die Gewindebohrer haben am oberen Schaftende einen Vierkant, auf den das zum Drehen notwendige Windeisen aufgesetzt wird. Am besten eignet sich dazu ein verstellbares Windeisen, bei dem der Gewindebohrer immer in der Mitte sitzt, so daß gleich lange Hebelarme die Drehbewegung hervorrufen. Im Grunde genommen stellt ein Gewindebohrer eine Schraube dar, bei der Nuten zur Spanabfuhr eingefräst sind. Vor-, Mittel- und Fertigschneider tragen zu ihrer Kennzeichnung entweder die Zahlen 1 bis 3 oder eine entsprechende Anzahl Ringe am oberen Schaftende. Beim Schneiden von nicht zu langen Gewinden in Durchgangslöcher kann man den Maschinengewindebohrer verwenden, bei dem Vor-, Mittel- und Fertigschneider hintereinander auf einem Schaft sitzen. Dadurch ist es möglich, das Innengewinde in einem Arbeitsgang zu schneiden. Bild 25 zeigt die Gewindeschneidwerkzeuge.

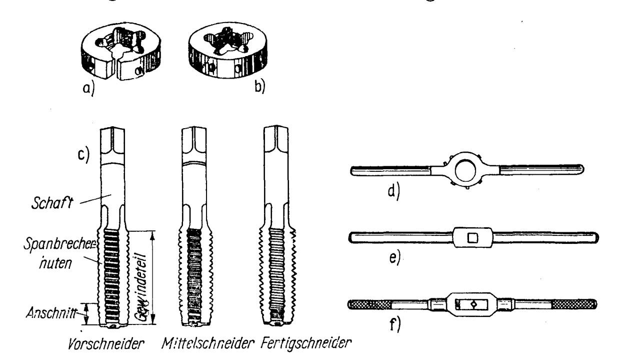


Bild 25 Gewindeschneidwerkzeuge; offenes Schneideisen (a), geschlossenes Schneideisen (b), ein kompletter Satz Gewindebohrer (c), Schneideisenhalter (d), Einlochwindeisen (e) und verstellbares Windeisen (f) für Gewindebohrer

2.8. Nietwerkzeuge

Während das Verschrauben eine jederzeit lösbare Verbindung ist, zählt die Nietverbindung zu den unlösbaren Verbindungen. Nur durch Zerstörung des Verbindungsteils (z. B. Aufbohren) läßt sich die Nietverbindung wieder lösen. Während man bei einer Nietverbindung mit beiderseits einem Senkkopf nur einen Hammer und eine glatte, ebene Unterlage benötigt, sind bei Nietverbindungen mit halbrunden Köpfen einige Werkzeuge notwendig, wie sie Bild 26 zeigt.

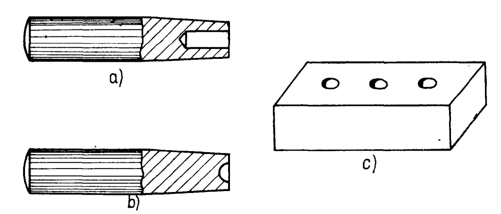


Bild 26 Nietwerkzeuge; Nietzieher (a), Nietkopfsetzer (b) und Gegenhalter (c) zum Einspannen in den Schraubstock

Mit dem Nietzieher werden die zu verbindenden Teile aneinandergepreßt. Der Gegenhalter hat eine Senkung, die den am Niet befindlichen Setzkopf aufnimmt, damit er bei der Nietung nicht verformt wird. Mit dem Kopfsetzer wird dann der Schließkopf der Nietverbindung geformt. Die Schaftlänge des verwendeten Nietes soll daher nur so weit überstehen, daß der Schließkopf gebildet werden kann. Diese Zugabe z beträgt für den Nietdurchmesser d

Halbrundkopf	$z = 1{,}5\,d$
Senkkopf	$z = 0{,}9\,d$

Der Senkwinkel für den Senkkopfniet beträgt 75°. Da der Niet beim Schlagen gestaucht wird, muß der Bohrdurchmesser etwas größer sein als der Durchmesser des Nietschaftes.

2.9. Lötwerkzeuge

Zu den wichtigsten Arbeitsvorgängen zählt beim Radiobasteln das Löten. Alle leitenden Verbindungen zwischen den Bauelementen eines funktechnischen Geräts werden durch eine Lötung hergestellt. Dazu benötigt man ein Lot und einen erhitzten Lötkolben. Beim Löten unterscheidet man zwischen der Hartlötung und der Weichlötung. Für die Radiopraxis kommt aber nur die Weichlötung in Frage. Als Lot wird Lötzinn 60 (60 Prozent Zinn, 40 Prozent Blei) verwendet, dessen Schmelzpunkt bei 185 °C liegt. Da bei der Erwärmung der zu lötenden Stelle eine Oxydation auftritt, die ein Haften der Metalle verhindert, verwendet man ein sogenanntes Flußmittel. Dieses zerstört die Oxydation, und das Lot fließt. In der Radiopraxis sollte man unbedingt darauf achten, daß nur säurefreie Flußmittel verwendet werden. Es kommt deshalb als Flußmittel nur reines Kolophonium oder in Spiritus gelöstes Kolophonium in Frage (Mischungsverhältnis 1 : 1). Für die Radiopraxis gibt es auch Lötzinndrähte, die eine Kolophoniumader enthalten. Dadurch wird die Lötarbeit wesentlich vereinfacht. Für stärker oxydierte und schwer lötbare Stellen kann man zweckmäßig als Flußmittel auch Harnstoff benutzen, der ebenso wie Kolophonium angewendet wird und für die Lötstelle ungefährlich ist, aber ein intensiveres Flußmittel darstellt.

Lötkolben gibt es in den verschiedensten Ausführungen. In der Radiopraxis verwendet man einen elektrischen Lötkolben von etwa 60 bis 100 W. Bei diesen Lötkolben heizt eine Heizspirale die Kupferspitze auf ungefähr 250 °C. Die Kupferspitze kann gerade oder gebogen sein. Sie wird vorn in Form einer Schraubenzieherklinge gefeilt. Bei längerem Betrieb kann durch zu große Erwärmung die Kupferspitze leicht verzundern. Durch Nachfeilen oder entsprechend häufiges Reinigen mit einer Drahtbürste hält man die Kupferspitze sauber. Bei größeren Lötpausen sollte man durch einen Vorwiderstand die Leistungsaufnahme des Lötkolbens verringern. Sauberkeit der Kupferspitze und ihre gute

Verzinnung sind maßgebend für eine einwandfreie Lötung. Bekannt ist noch der Hammerlötkolben, der lediglich aus einer gehalterten Kupferspitze besteht. In einem offenen Feuer oder mit einer Lötlampe wird die Kupferspitze zum Löten erwärmt. Diesen Hammerlötkolben verwendet man vorteilhaft bei Portableeinsätzen, wenn kein elektrischer Anschluß in der Nähe ist. Bild 27 zeigt verschiedene Ausführungsformen von Lötkolben.

Mit größeren elektrischen Lötkolben (ungefähr 500 W) bereitet das Löten von Kupferblechen, Messingblechen, Weißblechen oder stark verkupferten Eisenblechen keine Schwierigkeiten. Dagegen muß man bei Aluminiumblech besondere Verfahren anwenden. Infolge der starken Oxidschicht, die sich bei der Erwärmung des Aluminiumblechs sofort bildet, reichen die bekannten Flußmittel wie Lötwasser, Lötpaste oder Kolophonium nicht mehr aus. In neuerer Zeit setzt sich daher immer mehr das Ultraschall-Löten von Aluminiumblech durch, bei dem die Ultraschallvibrationen die Oxidhaut zerreißen und das Lot mit dem Aluminiumblech eine innige Verbindung eingehen kann.

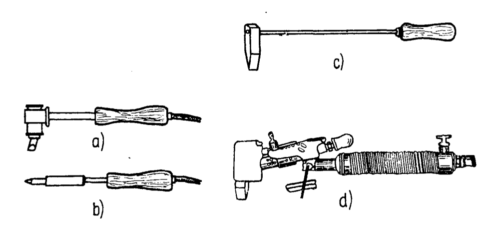


Bild 27 Lötwerkzeuge; elektrischer Lötkolben größerer Leistung (a), normaler Radiolötkolben (b), Hammerlötkolben (c) und Benzinlötkolben (d)

Die moderne Ausführung eines Lötwerkzeugs stellt die Lötpistole dar, wie sie Bild 28 zeigt. Mit einer solchen Lötpistole arbeitet man sehr rationell, da in den Lötpausen kein Strom verbraucht wird. Die Lötbereitschaft ist innerhalb kürzester Frist gegeben, denn die Anheizzeit beträgt nur 6 bis 8 s. Die Lötpistole kann allerdings infolge ihrer

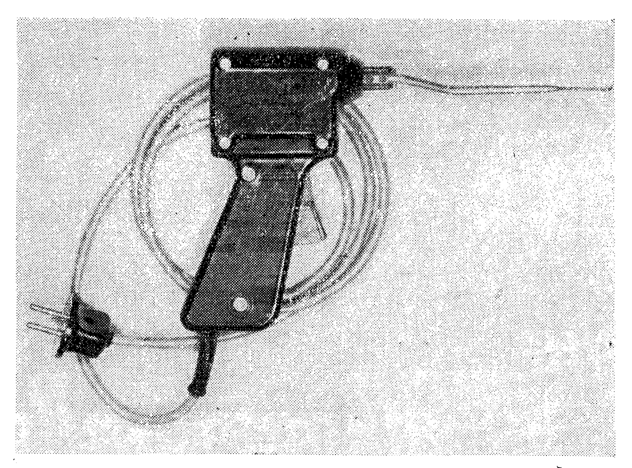


Bild 28 Moderne elektrische Lötpistole mit Beleuchtungslampe

Konstruktion nur bei Wechselstrom 220 V benutzt werden. Sie hat eine Aufnahmeleistung von 55 VA.

Durch den eingebauten kleinen Scheinwerfer werden nicht nur die zu bearbeitenden Lötstellen beleuchtet, sondern es wird gleichzeitig angezeigt, daß die Lötpistole eingeschaltet ist. Die Konstruktion der Lötpistole ermöglicht es, mehrere Stellen nacheinander zu löten; sie ist jedoch nicht für Dauerbetrieb vorgesehen und soll nicht länger als 3 min ohne Unterbrechung in Betrieb bleiben. Die Kupferschleife wird sonst zu heiß, und das Lötzinn verbrennt. Mit einiger Übung gewöhnt man sich sehr schnell an dieses praktische und handliche Werkzeug.

3. Mit welchen Werkstoffen haben wir zu tun

3.1. Eisenmetalle

Die verwendeten Eisensorten sind Legierungen des Eisens mit verschiedenen anderen Elementen. Man verwendet es in der Radiopraxis in Form von Blechen, Winkeleisen oder Rundmaterial. Zum Bau von Chassis und Gehäusen wählt man je nach der Beanspruchung Blechstärken zwischen 0,5 und 2 mm. Da Eisen sehr leicht rostet, muß es allseitig mit einer haltbaren Farbe gestrichen werden. Besser ist es, das Eisenblech galvanisch, z. B. durch Verkupferung oder Kadmierung, behandeln zu lassen. Da Eisen magnetische Eigenschaften aufweist, eignet es sich gut zur Abschirmung von Magnetfeldern. Allerdings muß man bei der Verwendung des Eisens darauf achten, daß es nicht im Magnetfeld von Hochfrequenzkreisen liegt, dabei würden unkontrollierbare Verluste entstehen. Beim Bau von Netzgeräten und Niederfrequenzverstärkern ist Eisen in jedem Falle angebracht.

Siliziumhaltige Eisenbleche bezeichnet man als Dynamo- oder Transformatorenblech. Sie werden als Kernmaterial (M-Schnitt, E/I-Schnitt) für Netztransformatoren, NF-Übertrager, Siebdrosseln usw. verwendet. Eisenlegierungen mit Aluminium, Nickel und Kobalt bilden magnetische Werkstoffe für Permanentmagneten, zum Beispiel für Lautsprecher (Alnico).

Infolge der mit der Frequenz steigenden Wirbelstromverluste verwendet man für Hochfrequenzspulen Massenkernwerkstoffe, die aus feinkörnigem Eisenpulver und Isolier-Bindemitteln bestehen. Diese Massekerne werden in den verschiedensten Formen im Spritz- oder Preßverfahren hergestellt. Neuerdings verwendet man an Stelle von Eisenpulver sogenannte Ferrite. Ferrite sind magnetische, nichtmetallische Kristalle, die eine Verbindung von 3wertigem Eisenoxid (Fe_2O_3) mit einem oder mehreren Oxiden 2werti-

ger Metalle darstellen. Der Vorteil der Ferrite liegt in der geringen elektrischen Leitfähigkeit, so daß die Wirbelstromverluste gering sind. Durch die höhere Permeabilität ist auch die Spulengüte groß, da die wenigen notwendigen Windungen den Kupferverlust geringhalten.

3.2. Nichteisenmetalle

Das wichtigste in der Radiopraxis verwendete Nichteisenmetall ist Aluminium. Dazu kommen noch seine Legierungen. Infolge seiner geringen Dichte zählt es zu den Leichtmetallen. Es wird vorwiegend zum Bau von Chassis und Einzelteilen in den Stärken von 1,5 bis 3 mm verwendet. Für den Antennenbau im UKW- und Fernsehbereich braucht man Aluminiumrohre. Reinaluminium wird in der Elektrotechnik auch an Stelle von Kupfer als Leitermaterial benutzt. Da Aluminium ohne besondere Hilfsmittel nicht gelötet werden kann, setzt man in der Radiopraxis kaum Aluminiumdrähte ein. Elektrische Verbindungen, z. B. an Chassis aus Aluminium, werden durch Verschraubung hergestellt.

Bei allen metallischen Verbindungen von verschiedenartigen Werkstoffen muß man auf die dabei auftretende Kontaktkorrosion achten. Je nach der Stellung der verwendeten Metalle in der elektrolytischen Spannungsreihe bildet sich im Freien oder Feuchten ein mehr oder weniger großes Spannungspotential, das die Korrosion hervorruft. Während Verbindungen von Aluminium mit Eisen oder Zink möglich sind, soll man Aluminium und Kupfer nicht direkt zusammenbringen. Für den Chassisbau verwendet man ein mittelhartes Aluminiumblech. Das unter dem Namen Duraluminiumblech bekannte Blech muß vor dem Biegen warmgemacht werden, da es sonst bricht.

Fast ebenso vielseitig wie Aluminium ist die Anwendung von Kupfer in der Radiopraxis. Auf Grund des guten elektrischen Leitvermögens wird es in erster Linie als Leitermaterial verwendet. So als Kupfer-Lack-Draht für Transformatoren, als Schaltdraht für funktechnische Geräte, als Ko-

axialkabel oder Bandleitung für Antennen, als HF-Litze für Hochfrequenzspulen usw. Da Kupfer sich gut löten läßt, verwendet man es auch gern für dichte Abschirmungen. Billiger ist Messingblech, das sich ebensogut löten läßt. Messing stellt eine Kupfer-Zink-Legierung dar. Federhartes Messingblech (63 Prozent Kupfer, 37 Prozent Zink) nimmt man als federndes Kontaktmaterial für Wellenschalter, Relais usw.

Silber wird nur in Form von galvanischen Überzügen verwendet. Bekanntlich ist die elektrische Leitfähigkeit von Silber noch besser als die des Kupfers. Im Bereich der höheren Frequenzen (KW und UKW), wo die Stromverdrängung infolge des Skineffektes bereits eine Rolle spielt, werden versilberte Kupferspulen benutzt. Den Vorgang kann man sich so vorstellen, daß der hochfrequente Wechselstrom nur auf der Oberfläche des Leiters fließt. Wird dieser versilbert, so hat man die Gewähr, alles für eine gute elektrische Leitfähigkeit getan zu haben. In der Dezimetertechnik geht man sogar so weit, die Lechersysteme aus versilberten Keramik-Rundstäben aufzubauen, da ja im Innern sowieso kein Energietransport stattfindet.

Widerstandsdrähte, wie sie bei Drahtwiderständen, Meßwiderständen oder Schiebewiderständen Verwendung finden, z. B. Nickelin, Manganin, Konstantan, sind Legierungen aus Kupfer, Nickel und Mangan.

3.3. Nichtmetallische Werkstoffe

Bei den nichtmetallischen Werkstoffen ist es von Vorteil, daß sie, elektrisch gesehen, Nichtleiter sind. Man bezeichnet sie daher landläufig auch als „Isolierstoffe". Das trifft allerdings nicht in jedem Fall zu, da man dabei allerhand Überraschungen erleben kann. So kann z. B. schwarzer Gummi, wie man ihn zur Isolierung des Fußbodens verwendet, besser leitend sein, als man allgemein annimmt. Ist nämlich der Gummi mit Ruß geschwärzt worden, so stellt die Gummiplatte praktisch einen Kohlewiderstand dar. Auch mancher Sendeamateur kann Wunderdinge über das Verhalten von solchen „Isolierstoffen" berichten. Also

muß man bei der Anwendung von Isolierstoffen beachten, für welche Zwecke man sie verwenden will.

Einer der bekanntesten nichtmetallischen Werkstoffe ist *Pertinax* oder Hartpapier. Papierbahnen werden mit einem Kunstharz getränkt, getrocknet und anschließend unter hoher Temperatur und hohem Druck zusammengepreßt. Auf diese Weise entstehen *Pertinax*-Platten. In ähnlicher Art werden *Pertinax*-Rohre gefertigt. Dieses Hartpapier wird in den Klassen I bis IV hergestellt. Für Sonderzwecke gibt es noch ein tropenfestes *Pertinax*. Bei der Anwendung von *Pertinax* ist darauf zu achten, daß es Feuchtigkeit aufnimmt.

Wird statt Papier ein Gewebe verpreßt, so spricht man von Hartgewebe. Der Handelsname ist *Novotext*.

Zu den künstlichen Isolierstoffen zählen *Polystyrol (Trolitul)* und *Piacryl*. Während *Polystyrol* sehr gute dielektrische Eigenschaften aufweist, ist das bei *Piacryl* nicht der Fall. *Polystyrol* bildet die Grundlage für Trolitul und für *Styroflex*. Die *Styroflex*-Folie wird vor allem zur Herstellung von Kondensatoren verwendet, während *Trolitul* für Bauteile der Hochfrequenztechnik (Spulenkörper usw.) und für Koaxialkabel benutzt wird. *Trolitul*-Reste soll man nicht wegwerfen, da sie, in Benzol aufgelöst, einen hochwertigen, verlustfreien Klebstoff ergeben. *Trolitul* und *Piacryl* werden in verschiedenen Plattenstärken gehandelt. Bei der Bearbeitung ist darauf zu achten, daß diese künstlichen Isolierstoffe thermoplastisch sind. Da *Piacryl* keine guten dielektrischen Eigenschaften aufweist, verwendet man es für Skalenzeiger, Skalenfenster usw.

Einen sehr hochwertigen Isolierstoff bildet Keramik, z. B. *Calit* oder *Frequenta*. Leider ist der Nachteil bei diesem Material, daß es sich nicht bearbeiten läßt. Deshalb kann man es nur in Form von Fertigteilen benutzen. Wo es also auf eine hohe Verlustfreiheit und Wärmebeständigkeit ankommt, verwendet man z. B. Röhrensockel, Klemmleisten, Lötstützpunkte, Spulenkörper usw. aus Keramik. Keramische Massen bilden auch das Dielektrikum der Hochfrequenz-Rohrkondensatoren und Trimmer.

3.4. Hilfsstoffe

Zu den Hilfsstoffen zählen in der Bastelpraxis die zum Schmieren, Kühlen, Schleifen oder Reinigen benötigten Stoffe. So muß ab und zu das Getriebe der Handbohrmaschine geölt werden. Als Öl sollte man nur ein gutes Maschinenöl verwenden (Nähmaschinenöl), das harz- und säurefrei ist. Das gleiche gilt für eventuell zu verwendende Schmierfette. Bei Bohrarbeiten mit schnell laufenden Bohrmaschinen ist für eine Kühlung des Bohrers zu sorgen, damit der Bohrer nicht ausglüht. Dazu verwendet man Wasser, Öl oder Spiritus. – Um Aluminium-, Holz- oder *Pertinax*-Flächen ein gefälliges Aussehen zu geben, schleift man sie mit Schmirgelleinen oder Sandpapier. Ist eine Aluminiumfläche mit Lackfarbe zu streichen, so bringt man vorher durch Schleifen mit Schmirgelleinen alle Kratzer weg. Schmirgelleinen und Sandpapier gibt es in den verschiedensten Rauhigkeitsgraden. Einige Bogen sollten deshalb immer vorrätig sein. – Will man einzelne Teile entfetten, z. B. vor dem Anstreichen, so verwendet man *Tri* (Trichloräthylen) oder *Tetra* (Tetrachlorkohlenstoff). Lötstellen, z. B. Röhrensockel oder Lötösenleisten, werden mit Spiritus von Kolophoniumresten gereinigt.

4. Wie führen wir unsere Bastelarbeiten aus

4.1. System der Fertigungsverfahren *(TGL 21 639)*

Urformen

Stoff in unbestimmter Form (flüssig, pulverförmig) wird durch Schaffen des Stoffzusammenhalts in bestimmte Form gebracht (Körper). Dazu zählen das *Gießen* und das *Pressen.*

Umformen

Werkstück wird in andere Formen übergeführt, Stoffzusammenhalt bleibt bestehen, das Volumen erhalten.
Dazu zählen das *Walzen,* das *Formpressen,* das *Strangziehen,* das *Tiefziehen,* das *Abkanten* und das *Biegen.*

Trennen

Werkstück erhält seine Form durch örtliches Aufheben des Stoffzusammenhalts.
Dazu zählen das *Schneiden,* das *Hobeln,* das *Sägen,* das *Bohren,* das *Brennschneiden* und das *elektroerosive Abtragen.*

Fügen

2 oder mehrere feste Werkstücke werden miteinander verbunden.
Dazu zählen die *Keilverbindung,* die *Stiftverbindung,* die *Nietverbindung,* die *Schraubverbindung,* die *Federverbindung,* die *Schweißverbindung,* die *Lötverbindung* und die *Klebeverbindung.*

Beschichten

Auf das Werkstück wird zum Verbessern der Oberflächeneigenschaften eine haftende Schicht formlosen Stoffes aufgebracht.
Dazu gehören das *Anstreichen,* das *Auftragen,* das *Tauchen,* das *Aufspritzen* und das *Galvanisieren.*
In diesem Abschnitt werden nur die Fertigungsverfahren eingehend behandelt, die für den Radiobastler von Interesse sind.

4.2. Messen und Anreißen

Das Messen und das Anreißen sind nur vorbereitende Arbeiten, die vor der Bearbeitung eines Werkstücks vorgenommen werden. Dabei sind die in einer Zeichnung oder Skizze festgelegten Maße auf das zu bearbeitende Werkstück zu übertragen. Die zum Messen wichtigen Werkzeuge, Schieblehre und Stahlmeßband, wurden bereits in Abschnitt 2. behandelt. Zum Festlegen der Anreißlinien verwendet man das Stahlmeßband. Beim Festlegen mehrerer aufeinanderfolgender Punkte mißt man immer von einer Bezugskante aus. Dadurch wird die Addition von Meßfehlern vermieden, die mehr oder weniger groß auftreten, wenn man von Punkt zu Punkt jeweils das Stahlmeßband neu anlegt (Kettenmaße!).

Da beim Anreißen mit der Stahlreißnadel feine Risse in der Oberfläche des Werkstücks auftreten, kann man diese nicht in jedem Fall verwenden. Werden Biegekanten angerissen, so sind diese auf jeden Fall mit einem Bleistift oder einer Messingreißnadel anzureißen. Sonst bricht durch die Biegebeanspruchung das Material an dieser Stelle. Vor allem trifft das zu für Aluminium, Kupfer und Messing in Blechform. Die Messingreißnadel ist deshalb gut verwendbar, weil sie so weich ist, daß sie auf einem harten Werkstoff zwar eine Messingspur zurückläßt, jedoch die Oberfläche nicht verletzt. Glattgefeilte Eisenflächen lassen sich schlecht anreißen, da man die Rißlinien kaum erkennen kann. In diesem Fall hilft ein kleiner Kniff, der aber vorsichtig angewendet werden sollte, da das verwendete Material giftig ist. Man befeuchtet die anzureißende Fläche mit Wasser und reibt sie mit einem Kupfervitriol-Kristallbrocken ein. Die Oberfläche erhält dadurch eine rötliche Farbe (Verkupferung), auf der die weißen Anrißlinien dann gut zu erkennen sind. Zum Anreißen der senkrecht zu einer Bezugskante liegenden Anrißlinien verwendet man den Anschlagwinkel. Kreise werden mit einem spitzen Zirkel angerissen, dessen Spitzen gehärtet sind. Der Kreismittelpunkt erhält einen Körnerschlag, damit der Spitzzirkel im

Kreismittelpunkt in der Körnervertiefung eine gute Führung hat. Der Zirkel muß sehr stramm gehen oder am besten eine Feststelleinrichtung aufweisen. Bohrlöcher erhalten einen kräftigen Körnerschlag. Dadurch bekommt der Bohrer eine Führung und verläuft nicht.

Für das Messen gibt es noch einige Meßwerkzeuge, die man aber nicht unbedingt benötigt. Das sind z. B. die Rundungslehre, der verstellbare Winkelmesser, die Blechlehre zum Bestimmen der Blechdicke, die Drahtlehre usw. Die Ebenheit wird unter Verwendung eines Haarlineals mittels Lichtspaltmethode überprüft. Man legt die Meßkante des Haarlineals auf die bearbeitete Fläche und hält beides zusammen gegen das Licht. Je weniger Licht hindurchscheint, um so ebener ist die bearbeitete Fläche. Genau nach der gleichen Methode überprüft man z. B. den rechten Winkel (Bild 29).

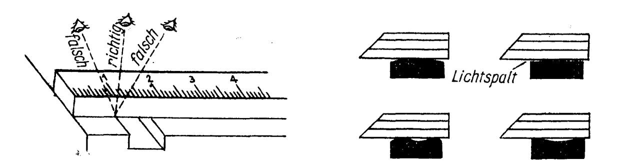


Bild 29 Ablesefehler durch falsche Blickrichtung; Parallaxe bei einem Meßstab (links) und Prüfen der Ebenheit mit dem Haarlineal nach der Lichtspaltmethode (rechts)

Hat man immer wiederkehrende Abmessungen festzulegen, so bedient man sich einer Anreißschablone, die man leicht aus einem Stück Aluminiumblech selbst herstellen kann. Das trifft z. B. zu für die Festlegung der Bohrlöcher für Röhrenfassungen und für Bandfilter. Bild 30 zeigt eine derartige Anreißschablone. Sie enthält die Bohrlöcher für die Befestigung und den Kreismittelpunkt der E-Röhrenfassung, der Oktalröhrenfassung, der Miniaturröhrenfassung und die

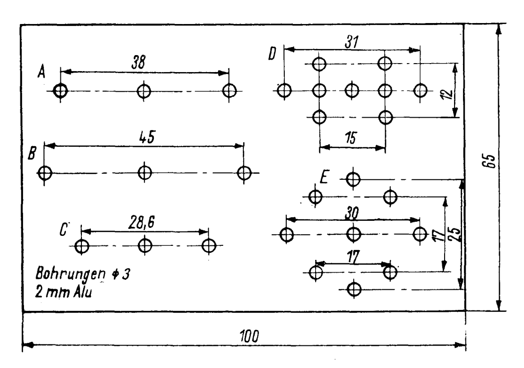


Bild 30 Bohrschablone für Oktalsockel (A), Stahlröhrensockel (B), Miniaturröhrensockel (C), *Neumann*-Bandfilter (D) und *Görler*-Bandfilter (E)

Bohrlöcher für die Befestigung und die Durchführungslöcher für das *Neumann*- und das *Görler*-Bandfilter.

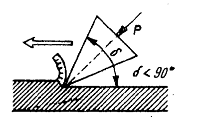
4.3. Trennen von Werkstoffen

In seinem kleinen Materiallager hat man die benötigten Werkstoffe meist in Form von Tafeln, Platten, Stangen usw. vorrätig. Zum Anfertigen eines Werkstücks benötigt man aber nur einen Teil davon. Durch Abtrennen erhält man die entsprechende Menge. Dieses Abtrennen kann auf verschiedene Weise geschehen.

4.3.1. Trennen mit Meißel

Das Trennen mit dem Meißel kommt in der Radiopraxis sehr wenig vor. Man verwendet dazu einen Flachmeißel und einen Hammer von ungefähr 500 g. Die Trennung erfolgt durch die Keilwirkung der Schneide des Flachmeißels. Das zu trennende Werkstück liegt auf einer harten Unterlage oder wird in den Schraubstock eingespannt. Durch das Einschlagen der Meißelschneide entsteht eine Einkerbung. Bei

stärkeren Stücken führt man diese Bearbeitung auf beiden Seiten durch, bis sich das Material abbrechen läßt. Bleche werden an der Trennlinie in den Schraubstock eingespannt, der Meißel wird entsprechend schräg angesetzt (Bild 31). Damit man sich am Meißel nicht verletzt, ist der durch das Schlagen am Meißelkopf entstandene Grat von Zeit zu Zeit abzuschleifen.



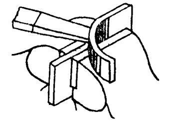


Bild 31 Wirkungsweise des Flachmeißels (links) und Abmeißeln eines Blechstreifens (rechts)

Sollen in ein Werkstück Nuten eingemeißelt werden, dann verwendet man einen Kreuzmeißel entsprechender Breite. Auch zum Abtrennen vorgebohrter Kreisausschnitte benutzt man den Kreuzmeißel. Zum Ausschlagen von Löchern, allerdings nur in weiches Material oder dünnes Blech, nimmt man das Locheisen. Als Unterlage dient dabei ein Hartholzklotz. Will man Lochscheiben selbst anfertigen, so wird erst das Loch und dann die gesamte Scheibe ausgeschlagen.

4.3.2. Trennen mit Blechschere

Während beim Meißeln nur ein Keil auf den zu trennenden Werkstoff einwirkt, treten bei der Blechschere 2 Keilwirkungen gleichzeitig auf. Dadurch entsteht ein Schervorgang, der den Werkstoff trennt. Da die Keilwirkung von 2 Seiten gleichzeitig auftritt, ist die Trennstelle nicht so mit Grat besetzt wie beim Meißeln. Dadurch verringert sich die Nacharbeit. Durch Scheren können leicht trennbare Werkstoffe wie Bleche, Pappe, Hartgewebe usw. getrennt werden, wenn der Querschnitt kraftmäßig bewältigt werden kann (Bild 32).

Der Radiobastler verwendet vor allem die Handblechschere,

die etwa 250 mm lang ist. Günstig ist die Berliner Form, bei der Scherenbacke und Schneide gerade verlaufen. Bei der Handblechschere wird die Hebelwirkung der Scherenschenkel ausgenutzt. Bekanntlich gilt in diesem Fall das Hebelgesetz der Mechanik, bei dem Kraft $\times$ Kraftarm $=$ Last $\times$ Lastarm ist. Man kann also mit um so kleinerer Kraft eine bestimmte Last bewältigen, je länger der Kraftarm im Verhältnis zum Lastarm ist. Wird die Schere vorn umfaßt, so ergibt sich eine geringere Schneidekraft, als wenn man die Schere weiter hinten umfaßt. Das gleiche gilt für den Ansatz der Schneiden. Man muß den zu trennenden Werkstoff möglichst bis zum Anschlag zwischen die Schneiden einführen, damit die Schneidekraft am wirksamsten wird. In der folgenden Tabelle sind die größten Dicken angegeben, die mit der Handblechschere noch bewältigt werden können.

Werkstoff	Dicke
Pappe	6,0 mm
Hartgewebe	1,5 mm
Alublech, hart	1,0 mm
Alublech, weich	2,5 mm
Eisenblech	0,8 mm
Messingblech	0,8 mm
Kupferblech	1,0 mm

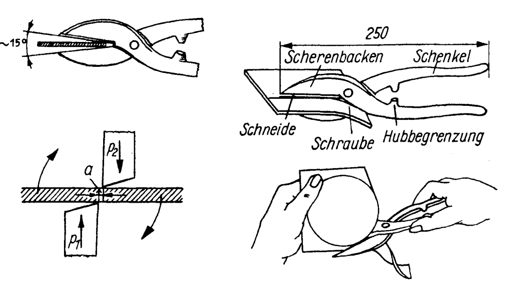


Bild 32 Arbeitsweise mit der Handblechschere; links oben der Öffnungswinkel beim Ansetzen der Blechschere, rechts oben Bezeichnungen an der Blechschere, links unten Drehmoment beim Schneiden und rechts unten Ausschneiden einer kreisrunden Blechscheibe

Bei viel benutzten Handblechscheren tritt mit der Zeit ein zu großes Schneidenspiel auf, d. h., die Schneiden stehen zu weit auseinander. Beim Schneiden dünner Bleche passiert es dann oft, daß das Blech zwischen die Schneiden gezogen wird. In diesen Fällen muß man versuchen, durch Stauchung des Nietes das zu große Schneidenspiel zu beseitigen. Damit die Schneiden einwandfrei arbeiten, sind diese keilförmig geschliffen. Der Keilwinkel beträgt etwa 75 bis 85°. Damit an den Schneidenflächen keine zu große Reibung entsteht, werden sie mit einem Freiwinkel von 2 bis 3° versehen.
Beim Schneiden von Rundungen dreht man stets das Blech und hält die Schere immer in der gleichen Lage. Trotz der einfachen Handhabung der Handblechschere ist beim Arbeiten Vorsicht geboten. Sehr leicht klemmt man sich an der Hubbegrenzung den Handballen ein. Aus diesem Grund soll man auch die Schere stets nur mit einer Hand betätigen und mit der anderen den zu trennenden Werkstoff festhalten. Reicht die Kraft an der Handblechschere zum Trennen eines stärkeren Bleches nicht aus, so sollte es jedoch unbedingt vermieden werden, einen Schenkel in den Schraubstock zu spannen. Damit ruiniert man nur die Handblechschere. In solchen Fällen ist es besser, einen Meißel zu verwenden oder eine Handhebelschere. Bei der Handhebelschere ist eine Schneide fest auf einem Bock verschraubt, während die andere über ein Gelenk mit Hilfe eines längeren Hebelarms niedergedrückt wird.

4.3.3. Trennen mit Säge

Stärkere Werkstoffe, die sich mit der Handblechschere nicht mehr bewältigen lassen, werden durch Sägen getrennt. Man bedient sich dazu einer Handbügelsäge, die infolge genormter Sägeblattlänge eine bestimmte Einspannlänge hat. Diese Einspannlänge beträgt 300 mm. Das Sägeblatt wird zwischen einen Heftkloben und einen Spannkloben gespannt, die sich an dem U-förmig gebogenen Sägebügel befinden. Der Heftkloben ist fest mit dem Sägebügel ver-

bunden, während der Spannkloben in einem Vierkantloch gleitet. Mit Hilfe einer Flügelmutter am Spannkloben kann man das Sägeblatt spannen. Die richtige Einspannung des Sägeblatts ist sehr wichtig, damit es keine wellenförmigen Bewegungen ausführen oder sich verwinden kann, wodurch am Sägeblatt Zähne ausbrechen oder sogar das Sägeblatt entzweigehen könnte. Der Heftkloben und der Spannkloben sind kreuzweise geschlitzt, so daß 4 Einspannmöglichkeiten bestehen. Das ist von Vorteil, wenn durch den Bügel die Schnittlänge begrenzt wird. Durch Umspannen um 90° kann bei schmalen Werkstücken meist eine längere Schnittlänge bewältigt werden, da dann der Bügel rechts oder links am Werkstück vorbeigleitet.

Das Sägeblatt enthält eine Vielzahl von kleinen Zähnen oder Schneiden, die wie kleine Keile den Werkstoff angreifen. Jeder Sägezahn löst einen kleinen Span von dem zu trennenden Werkstoff ab. Je kleiner die Zähnezahl auf einer bestimmten Länge ist, um so größer ist der Spanwinkel. Es wird also bei einem Schnitt mehr Material abgespant. Allerdings brechen Zähne mit großem Spanwinkel sehr leicht aus, wenn der Werkstoff zu spröde ist. Deshalb kann man Sägeblätter mit geringer Zähnezahl nur für weiche Werkstoffe, wie Holz, Kupfer, Aluminium oder Plaste, verwenden. Bei härteren Werkstoffen, wie Stahl oder *Pertinax*, muß der Spanwinkel kleiner und damit die Zähnezahl größer sein. Wären die Sägezähne nur so breit wie das Sägeblatt selbst, so klemmte das Sägeblatt bereits bei kleinen Schnittiefen. Deshalb werden die Zähne breiter ausgeführt als das Sägeblatt. Außerdem sind die Zähne entweder geschränkt, gewellt oder angestaucht. Die ausgeführte Schnittfuge wird dadurch breiter, und die Säge kann frei schneiden (Bild 33). Beim Einspannen des Sägeblatts in die Hand-

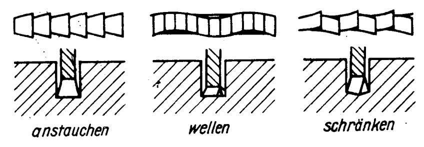


Bild 33 Verschiedene Zahnformen der Metallsägeblätter

bügelsäge muß man beachten, daß das Sägeblatt anders eingespannt wird als bei der Laubsäge. Da man mit der Handbügelsäge waagerecht sägt und in der Stoßrichtung eine größere Kraft auf die Säge ausübt, zeigen die Schneiden in Richtung zum Spannkloben. Beim Stoßen übt man einen Druck auf die Säge aus und hebt diesen beim Zurückziehen auf (Bild 34). Zum Festhalten des Sägeblatts im

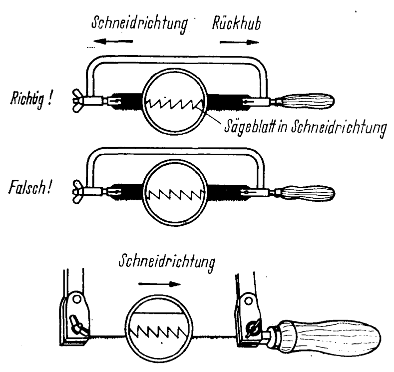


Bild 34 Richtiges Einspannen des Sägeblattes bei der Handbügelsäge und bei der Laubsäge

Heftkloben und im Spannkloben benutzt man ein Stück Rundstahl, einen passenden Eisenniet oder einen entsprechend starken Eisennagel. Man unterscheidet bei den Sägeblättern zwischen einseitig oder doppelseitig gezahnten Ausführungen.

Das Werkstück wird zum Sägen fest in den Schraubstock eingespannt, damit es nicht federt. Da man beim Anschneiden oftmals abrutscht und dadurch eventuell die Kante des Werkstücks beschädigt wird, ist es besser, mit einer Dreikantfeile eine Kerbe an der Schnittlinie einzufeilen (Bild 35). Dadurch erhält das Sägeblatt eine gute Führung. Beim Sägen von Rohren ist zu beachten, daß ein Rohr nicht in einem Arbeitsgang durchgesägt wird, sondern nur jeweils bis an die innere Wandung; dann ist es umzuspannen. Die Sägezähne haken sehr leicht an der inneren Wandung und

brechen aus. Außerdem wird durch das Umspannen die Führung besser und dadurch der Trennschnitt gerade.

Zum Einsägen von Schlitzen in Achsen oder Schraubenköpfe benutzt man die Einstreichsäge, die leicht und handlich ist. Bei der einfachen Ausführung ist das Sägeblatt eingenietet. Moderne Einstreichsägen erlauben das Auswechseln von Sägeblättern verschiedener Zähnezahl und verschiedener Stärke. Bei diesen Einstreichsägen wird das Sägeblatt mit mehreren Flügelmuttern festgeschraubt. Für das Aussägen von Durchbrüchen in dünne Bleche oder Kunststoffe kann man auch die Laubsäge verwenden. Dabei wird diese in senkrechter Lage geführt. Das Sägeblatt ist ebenfalls auf Zug einzuspannen. Allerdings zeigen hierbei die Schneiden nach unten. Da mit der Laubsäge im Sitzen gearbeitet wird,

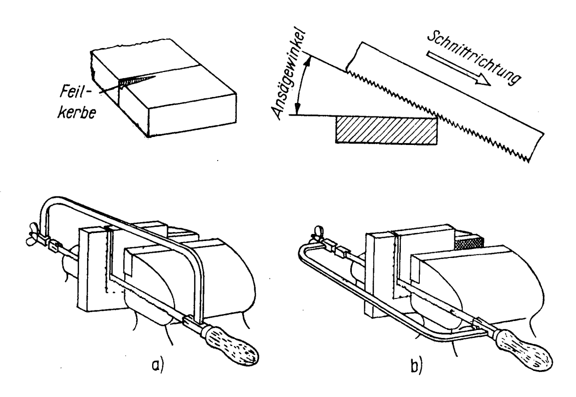


Bild 35 Zum besseren Anschnitt der Säge wird mit der Feile angekerbt (links); die Säge wird mit einem bestimmten Winkel angesetzt (rechts oben); ist der Sägeschnitt zu lang (a), dann wird das Sägeblatt umgespannt (b)

benutzt man zur Auflage des Werkstücks einen kleinen Sägetisch aus Holz, den man mit einer Spannschraube am Tisch festklemmt. Beim Sägen muß die Laubsäge etwas nach vorn geneigt werden, damit eine größere Schnittlänge entsteht und dadurch das Ausbrechen einzelner Sägezähne

vermieden wird. Zum Aussägen eines Durchbruchs bohrt man ein Loch in das Blech und führt das Sägeblatt vor dem Spannen durch.

4.4. Biegen und Richten

Das Biegen und Richten zählt zu den spanlosen Bearbeitungsverfahren. Allerdings läßt sich nicht jeder metallische Werkstoff ohne weiteres biegen. So eignen sich Bleche aus Aluminium, Messing, Kupfer oder Eisen gut dafür. Aber zum Beispiel Stahl mit einem Kohlenstoffgehalt von über 3 Prozent, Grauguß oder hartes Duralblech lassen sich nicht biegen, da diese Werkstoffe zu spröde sind. Durch das Biegen tritt eine Verformung des Werkstoffs auf (Bild 36),

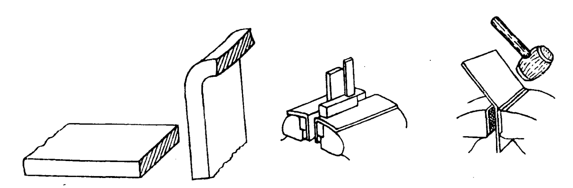


Bild 36. Querschnittsveränderungen beim Biegen (a), genaues Winkelbiegen mit Hilfe des Anschlagwinkels (b) und richtiges Biegen mit dem Holzhammer (c)

die bei spröden Werkstoffen zum Bruch führt. Beim Biegen wird der Werkstoff an der Innenseite gestaucht und an der Außenseite gedehnt. Diesen Beweis erhält man beim Biegen eines harten Duralblechs. Außen reißt das Blech längs der Biegekante auf, während es innen gestaucht wird. Diese Änderungen durch Dehnung und Stauchung muß man berücksichtigen, wenn man eine Biegung nach einer Maßskizze durchführen will. Bei rechtwinkligen Biegungen gibt man meist die Außenmaße an, also einschließlich der Materialstärken, und den Halbmesser des Biegeradius. Für die Errechnung der benötigten Materiallänge addiert man die beiden Außenmaße der Schenkellängen und zieht von der

Summe die durch das Biegen entstehende Verkürzung ab. Diese Verkürzung erhält man aus der Beziehung

$$V = 0{,}5\,r + 1{,}25\,d;$$

r – Halbmesser des Biegeradius, d – Materialstärke.

Bekanntlich werden Bleche durch Walzen hergestellt. Dabei tritt beim Walzen in Walzrichtung eine größere Verfestigung des Werkstoffs auf als in der Querrichtung. Das muß man unbedingt beim Biegen von Blechen beachten. Daher ist ein Biegen immer senkrecht zur Walzrichtung durchzuführen. Man vermeidet dadurch die Bruchgefahr. Läßt sich ein Biegen parallel zur Walzrichtung nicht vermeiden, so ist ein größerer Biegeradius vorzusehen.

Kleinere zu biegende Werkstücke spannt man in den Schraubstock und biegt sie durch kräftige Schläge mit einem Holzhammer bzw. mittels eines normalen Schlosserhammers und eines Hartholzklotzes. Die Bilder 36 und 37 zeigen diesen Vorgang. Bei weichem Material werden für den Schraubstock Schutzbacken verwendet, damit die Oberfläche der Werkstücke nicht verletzt wird. Das zu biegende Werkstück ist so weit in den Schraubstock einzuspannen, bis die Biegelinie mit den Backenkanten übereinstimmt. Die senkrechte Lage, z. B. beim Biegen eines Winkels, wird mit dem

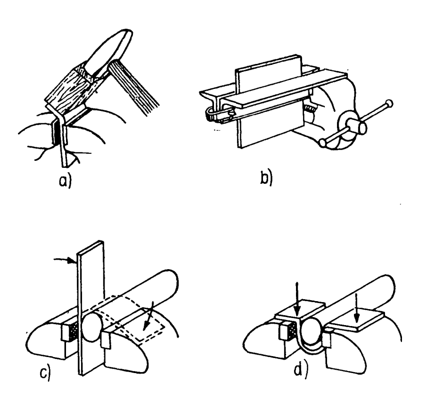


Bild 37 Bei einem kurzen Schenkel wird mit einem Holzklotz geschlagen (a), längere Bleche werden zwischen 2 Winkelschienen gespannt (b), Vorbiegen (c) und Fertigbiegen (d) einer Rohrschelle

Anschlagwinkel kontrolliert. Ist der Biegeschenkel länger, so biegt man ihn mit der linken Hand nach unten und schlägt mit dem Holzhammer in Höhe der Biegelinie. Ist die Biegekante länger als die Backenbreite des Schraubstocks, so spannt man das Blech zwischen 2 Winkelschienen. Diese werden auf der einen Seite in den Schraubstock gespannt und auf der anderen Seite mit einem Feilkloben geklemmt.

Der Radiobastler hat neben kleinen Befestigungswinkeln oder Befestigungsschellen vor allem Chassis zu biegen. Das Biegen von Chassis gelingt am besten auf der Abkantbank. Aber nicht immer ist eine bei einer Klubstation oder bei einem in der Nähe wohnenden Klempner erreichbar. Dann muß zu Hause Mutters Küchentisch herhalten. Man legt dabei noch ein 5 bis 10 mm starkes Sperrholzbrett unter, damit die Tischkante nicht verletzt wird. Stehen die notwendigen Spannschrauben nicht zur Verfügung, so helfen wir uns beim Festspannen mit dem Fleischwolf und dem Spannwinkel vom Laubsägebrettchen. Zuerst biegen wir mit der Hand vor und benutzen dann einen Holzhammer. Mit einem Schlosserhammer allein soll man nicht schlagen, weil dann die Biegekante lauter Hammerschläge bekommt. Man legt in solchen Fällen ein Stück Holz auf und schlägt auf dieses.

Zum Biegen von Schellen benutzt man ein entsprechendes Stück Rundmaterial (Bild 37). Man biegt dabei das Blech halbkreisförmig, spannt es in der gewünschten Höhe in den Schraubstock und biegt dann die Schellenfüße winkelig ab.

Zum Biegen von Drähten verwendet man die Rundzange. Eine Drahtöse wird stückchenweise gebogen, bis das Drahtende den Draht berührt, dann biegt man die Öse auf Drahtmitte. Dünnwandige Rohre werden vor dem Biegen mit trockenem Sand gefüllt. Die Enden verschließt man mit einem Holzpfropfen. Dadurch ist die Knickgefahr behoben. Beim Biegen von Winkeleisen wird ein Schenkel erst im entsprechenden Winkel ausgeschnitten. Für das Wickeln von Zug- oder Druckfeder benutzt man einen Wickeldorn, der

einen kleineren Durchmesser aufweist, als der Federinnendurchmesser beträgt. Für den Wickeldorn gilt angenähert

Dorndurchmesser = 0,8 × Federinnendurchmesser.

Die Ösen für eine Zugfeder biegt man mit der Rundzange. Der Wickeldorn wird zwischen 2 Holzbacken eingespannt und erhält an einer Seite eine Kurbel zum Drehen.

Das Richten dient dazu, die Ebenheit verbogener Bleche wiederherzustellen. Man benutzt zum Richten einen Holzhammer oder einen Gummihammer, damit die Oberfläche des Bleches nicht beschädigt wird. Bei Verwendung eines üblichen Schlosserhammers entständen auf der Oberfläche kleine Beulen (Hammerschläge), die nur schwer wieder entfernt werden können. Das verbogene Blech wird auf eine ebene, harte Unterlage gelegt und durch Hämmern gerichtet. Drähte werden durch Zug gereckt. Man spannt dazu ein Ende in den Schraubstock und wickelt den Draht einmal um ein Feilenheft oder um den Hammerstiel und zieht den Draht durch, indem man sich vom Schraubstock entfernt.

4.5. Spangebende Bearbeitung

Bei den spangebenden Bearbeitungsverfahren wird durch die Bearbeitung ein Abfallprodukt zusätzlich erzeugt. Das sind z. B. Feilspäne, Bohrspäne, Drehspäne usw. Für den Radiobastler sollen nachfolgend die Bearbeitungsverfahren behandelt werden, die er für seine handwerkliche Tätigkeit braucht.

4.5.1. Feilen

Hat man ein Werkstück durch Sägen oder Meißeln vorgearbeitet, so wird es durch das Feilen auf das in der Zeichnung verlangte Nennmaß gebracht. Zu diesem Zweck ist es in den Schraubstock zu spannen, und zwar möglichst nur wenig überstehend, damit es beim Feilen nicht federt.

Beim Einspannen empfindlicher oder weicher Teile verwendet man Blei- oder Aluminiumbacken, damit die Oberfläche des Werkstücks nicht verletzt wird. Die Feile wird mit der rechten Hand am Heft, mit der linken Hand am Anfang des Feilenblatts angefaßt. Damit keine Unebenheiten entstehen, führt man die Feile schräg über das Werkstück und wechselt dabei öfter die Richtung. Für ebene Flächen verwendet man immer eine Flachfeile (Bild 38). Ist noch viel

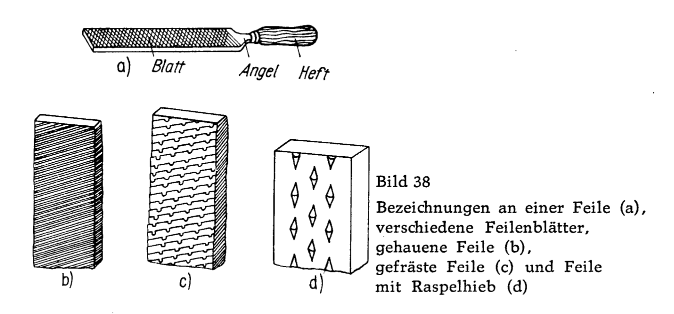


Bild 38
Bezeichnungen an einer Feile (a), verschiedene Feilenblätter, gehauene Feile (b), gefräste Feile (c) und Feile mit Raspelhieb (d)

Werkstoff wegzunehmen, so wird erst eine grobe Feile angesetzt und dann mit einer Schlichtfeile die Fläche geschlichtet. Um den Flächen den letzten Schliff zu geben, reibt man die Schlichtfeile mit Tafelkreide ein, dann entstehen nur geringfügige Kratzer, oder man verwendet feines Schmirgelleinen. Zum Rundfeilen eines Werkstücks spannt man in den Schraubstock ein Holzprisma, oder man läßt den Schraubstock etwas offenstehen. Mit der rechten Hand führt man die Feile am Heft, und mit der linken Hand dreht man fortlaufend das zu rundende Werkstück gegen die Feilrichtung. Gewölbte Flächen werden mit der Grobfeile erst in der Querrichtung bearbeitet, dann wechselt man beim Schlichten die Feilrichtung um 90°, wobei man mit der Schlichtfeile eine schaukelnde Bewegung ausführt. Für hohle Rundungen ist die Halbrund- oder Rundfeile zu verwenden. Während des Stoßens der Feile dreht man diese dabei gleichzeitig immer etwas seitlich.
Damit beim Feilen Späne abgenommen werden, übt man

mit beiden Händen einen Druck auf die Feile aus. Schmiert die Feile, so muß sie mit einer Feilenbürste gereinigt werden. Flache Werkstücke nagelt man auf ein Stück Holz, dann läßt sich die Oberfläche bequem befeilen. Soll eine Kante eine Fase erhalten, so spannt man das Werkstück in einen Reifkloben (Bild 39), und zwar unter einem Winkel von 45°, so daß auch bei dieser Arbeit die Feile waagrecht geführt werden kann. Vor dem Feilen überzeugt man sich davon, daß das Heft fest an der Feile sitzt, damit man sich nicht an der spitzen Angel des Feilenblatts verletzt. Will man längere Blechkanten befeilen, so spannt man diese zwischen 2 Winkelschienen. Zum Einspannen eines Gewindebolzens verwendet man eine Holzkluppe oder 2 Holzstücke, damit das Gewinde nicht beschädigt wird.

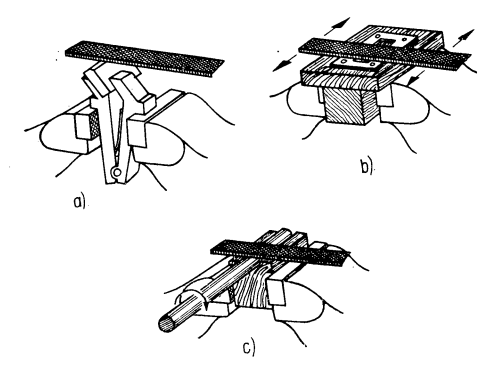


Bild 39 Arbeitsweise mit einer Feile; Anfeilen einer Fase mit Hilfe des Reifklobens (a), Oberflächenbearbeitung eines Bleches (b) und Feilen eines Rundstabes (c)

Für bestimmte Feilarbeiten werden verschiedene Querschnittsformen des Feilenblatts benötigt, für verschiedene Werkstoffe jeweils besondere Hiebarten. Aber dazu wurde bereits in Abschnitt 2.5. einiges gesagt. In den Zeichnungen wird für die Bearbeitung der Oberfläche ein genormtes Bearbeitungszeichen angegeben. Das Bearbeitungszeichen be-

steht aus Dreiecken, die auf einer Spitze stehen (Bild 40). Bedeutung dieser Zeichen:

1 Dreieck – rauhe Oberfläche mit fühlbaren und sichtbaren Feilstrichen;

2 Dreiecke – feine Oberfläche mit nicht mehr fühlbaren, aber noch sichtbaren Feilstrichen;

3 Dreiecke – sehr feine Oberfläche mit nicht mehr fühlbaren und nicht mehr sichtbaren Feilstrichen.

▽
▽▽
▽▽▽

Bild 40
Bearbeitungszeichen für Oberflächen

4.5.2. Bohren

Runde Löcher oder Vertiefungen stellt man mit dem Spiralbohrer her, der in eine Bohrmaschine eingespannt wird. Die Bohrmaschine verleiht dem Spiralbohrer eine drehende Bewegung um seine Längsachse, und der Druck auf die Bohrmaschine bzw. den Bohrer preßt die Schneiden an den Werkstoff. Dadurch schälen sich bei der Drehbewegung Späne ab, die in den spiralförmig verlaufenden Nuten nach oben abgeführt werden. Als Bohrmaschine verwendet man die einfache Handbohrmaschine, die elektrische Handbohrmaschine oder die elektrische Tischbohrmaschine.

Vor dem Bohren wird der Mittelpunkt der Bohrung mit einem Körnerschlag angekörnt (Bild 41). Dadurch erhält der Bohrer seine Führung. Er soll genau senkrecht angesetzt werden, damit er nicht verläuft, was vor allem bei weichen Werkstoffen sehr leicht vorkommen kann. Bis zu einem Bohrerdurchmesser von etwa 5 mm bohrt man das Loch direkt mit dem entsprechenden Bohrer. Bei größeren Bohrungen wird mit einem Bohrer kleineren Durchmessers vorgebohrt. Für Bohrungen über 15 mm in dünne Bleche wird ein Kreisschneider benutzt. Während bei der elek-

trischen Handbohrmaschine nur eine bestimmte Drehzahl vorgesehen ist, lassen sich bei der einfachen Handbohrmaschine durch Umstecken der Handkurbel und des Haltegriffs eine niedrige und eine hohe Drehzahl einstellen. Die niedrige Drehzahl ist für harte Werkstoffe und große Bohrerdurchmesser gedacht, die hohe Drehzahl für weiche Werkstoffe und kleine Bohrerdurchmesser.

Damit beim Bohren der Bohrtisch nicht angebohrt wird, legt man eine ebene Holzplatte unter. Das zu bohrende Werkstück muß entsprechend festgehalten werden, damit es nicht von dem sich drehenden Bohrer mitgenommen wird und dann einen Unfall verursacht. Kleine Werkstücke spannt man deshalb in einen Feilkloben oder einen Maschinenschraubstock. Größere Werkstücke kann man bei nicht zu großen Bohrerdurchmessern meist mit der Hand festhalten. Zum Bohren runder Achsen oder Wellen legt man ein Bohrprisma unter. Die beim Bohren entstehende Reibungswärme kann zum Ausglühen des Bohrers führen, der dadurch seine Härte und Schneidfähigkeit verliert. Bei tieferen Bohrungen muß man deshalb für eine ständige Kühlung des Bohrers sorgen. Gut geeignet ist dafür Seifenwasser. Durch die

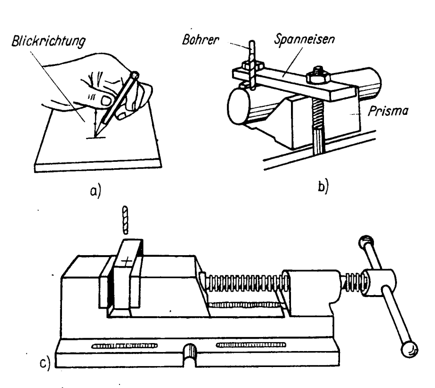


Bild 41 Richtiges Ansetzen eines Körners (a), Bohren eines Rundstabes mit Hilfe eines Prismas (b) und Bohren mit Hilfe eines Maschinenschraubstockes (c)

Reibungswärme verdampft das Wasser, und die übriggbleibende Seife sorgt für eine gute Schmierung. Durch das Bohren nutzt sich die Schneide des Bohrers ab. Der Bohrer muß dann nachgeschliffen werden. Man faßt ihn mit der linken Hand kurz hinter der Spitze und dreht ihn beim Schleifen mit der rechten Hand am Schaftende. Dabei ist zu beachten, daß beide Schneiden gleichmäßig geschliffen werden und die kleine Querschneide genau in der Schaftmitte des Bohrers liegt (Bild 42). Der Bohrer erwärmt sich beim Schleifen sehr schnell und muß deshalb öfter in Kühlwasser getaucht werden.

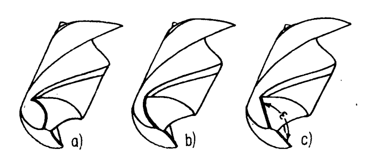


Bild 42 Falscher Bohreranschliff mit rückgewölbter Hauptschneide (a) oder vorgewölbter Hauptschneide (b), richtiger Bohreranschliff mit gerader Hauptschneide und richtigem Spitzenwinkel (c)

4.5.3. Senken und Reiben

Das beim Bohren unvermeidliche Entstehen eines Grates erfordert eine Nacharbeit. Man entfernt den Grat mit einem größeren Bohrer oder mit dem Spitzsenker (oft auch „Krauskopf" genannt).

Keglige Vertiefungen für Senkkopfschrauben oder Senkkopfnieten stellt man ebenfalls mit einem Spitzsenker her (Bild 43). Verwendung findet aber oft auch ein Spiralbohrer

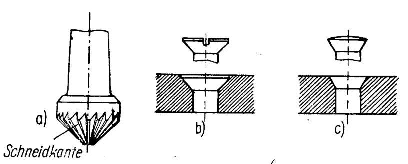


Bild 43 Zum Versenken benutzt man den Spitzsenker (a), richtige Senkung für Senkschrauben (b) und Senkniet (c)

geforderten Durchmessers, dessen Spitzenwinkel entsprechend geschliffen wird. Vertiefungen für zylindrische Kopfschrauben bohrt man mit einem Zapfensenker auf. Der Zapfensenker hat einen Führungszapfen, der ein Verlaufen des Senkers verhindert. Bohrungen, die ein genaues Maß und glatte Innenwände haben sollen, stellt man mit einer Reibahle her (Bild 44). Die Bohrung wird mit Untermaß

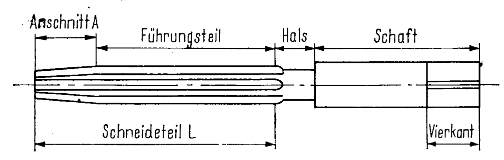


Bild 44 **Bezeichnungen an der Reibahle**

(etwa $^2/_{10}$ mm bis $^3/_{10}$ mm) gebohrt, anschließend steckt man die Reibahle ein und dreht diese mit einem Windeisen. Die Reibahle hat mehrere Schneiden, die parallel zur Längsachse verlaufen. Sie nehmen nur wenig Werkstoff weg, so daß eine sehr glatte Innenwandung entsteht. Die Reibahle soll stets nur in der Reibrichtung in die Bohrung hineingedreht werden, in der anderen Richtung brechen durch festgeklemmte Späne sehr leicht die Schneiden aus.

4.5.4. Gewindeschneiden

Lösbare Verbindungen werden durch Verschrauben hergestellt. Dazu benötigt man entsprechende Schrauben und Muttern. Schrauben tragen ein Außengewinde, Muttern ein Innengewinde. Derartige Gewinde werden mit speziellen Schneidwerkzeugen hergestellt, und zwar Außengewinde mit dem Schneideisen und Innengewinde mit dem Gewindebohrer. Während bei Außengewinden der Schaftdurchmesser gleich dem Gewindedurchmesser ist, muß das Kernloch für das Innengewinde kleiner sein als der Gewindedurchmesser. Als Regel kann gelten, daß das Kernloch um den Faktor 0,8 kleiner ist als der Gewindedurchmesser, also

Kernlochdurchmesser = 0,8 × Gewindedurchmesser.

Von den zahlreichen Gewindearten sind die wichtigsten das metrische Gewinde und das *Whitworth*-Gewinde. Das *Whitworth*-Gewinde ist vor allem in den angelsächsischen Ländern üblich; die Gewindemaße werden in Zoll angegeben. Bei uns wird fast ausschließlich das metrische Gewinde verwendet. Der Flankenwinkel beträgt beim metrischen Gewinde 60°. Die wichtigsten metrischen Gewinde, wie sie in der Rundfunktechnik verwendet werden, haben folgende Stufungen:

M 1,6; M 2; M 2,5; M 3; M 3,5; M 4; M 5; M 6 und M 8.

Neben den normalen metrischen Gewinden gibt es noch ein Feingewinde, das eine kleinere Steigung aufweist. Beim Feingewinde wird die Steigung besonders angegeben, z. B. M 10 × 1; also ein metrisches Feingewinde M 10 mit 1 mm Steigung.

Beim Schneiden von Außengewinden wird der Bolzen etwas angefast, damit das Schneideisen gut anschneidet. Das Schneideisen setzt man in den zweischenkligen Schneideisenhalter ein und spannt es mit den Spannschrauben fest. Beim Anschneiden wird ein Druck auf das Schneideisen ausgeübt, damit es gut anschneidet. Nach dem Anschneiden dreht man das Schneideisen ohne Druck auf den Bolzen. Damit kurze Späne entstehen, wird das Schneideisen ab und zu zurückgedreht, dabei fallen die Späne durch die Nuten heraus (Bild 45).

Beim Schneiden von Innengewinden ist darauf zu achten, daß das Bohrloch nur so groß wie der Kerndurchmesser des

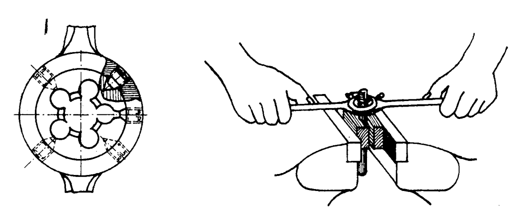


Bild 45 Einspannen des Schneideisens und richtige Handhabung des Schneideisenhalters

Gewindes sein darf. Da die Späneabfuhr schwieriger ist als beim Schneiden des Außengewindes und der Schaftdurchmesser des Gewindebohrers nicht beliebig stark ausgeführt werden kann, muß das Gewinde in 3 Arbeitsgängen geschnitten werden (Bild 43). Es wird vorgeschnitten, nach-

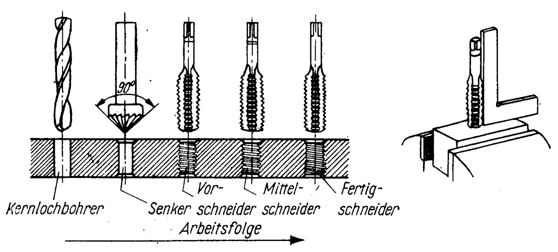


Bild 46 Arbeitsfolge beim Gewindebohren (links) und Kontrolle des richtigen Ansatzes mit dem Winkel (rechts)

geschnitten und fertiggeschnitten. Die Gewindebohrer sind am Schaft entsprechend mit Zahlen oder Ringen gekennzeichnet. Auf das vierkantige Schaftende wird ein passendes Windeisen gesteckt, mit dessen Hilfe man den Gewindebohrer in das Kernloch hineindreht. Beim Anschneiden ist darauf zu achten, daß der Gewindebohrer senkrecht angesetzt wird. Das Schneiden des Gewindes erfordert Übung und Fingerspitzengefühl, denn bei jedem stärkeren Widerstand muß das Windeisen sofort zurückgedreht werden, damit sich die Späne lockern und durch die Spannuten abgleiten können. Nichts ist ärgerlicher als ein abgebrochener Gewindebohrer, dessen Ende im Werkstoff steckenbleibt und das sich stets nur sehr schwer entfernen läßt. Kann man das abgebrochene Ende nicht mehr mit einer Zange fassen, dann hilft nur noch ein Ausglühen des Gewindebohrers und anschließendes Ausbohren.

Um den Ärger mit abgebrochenen Gewindebohrern zu vermeiden, hält man sich bei stärkeren Bohrungen nicht an die Multiplikation des Gewindedurchmessers mit dem Faktor 0,8. Man benutzt besser folgende Tabelle für den Kernlochdurchmesser. Dabei werden 2 verschiedene Bohrungs-

durchmesser angegeben, je nachdem, wie der Werkstoff gequetscht wird. Reihe I enthält Werkstoffe, wie Messing, Kupferlegierungen, Magnesiumlegierungen, Bronze und Grauguß, die nur sehr wenig gequetscht werden. Die Reihe II enthält Werkstoffe, die stärker gequetscht werden, also vor allem Stahl, Aluminium und Preßstoffe.

Gewinde in mm	M 1,6	M 2	M 2,5	M 3	M 3,5	M 4	M 5	M 6	M 8
Kernloch I in mm	1,3	1,5	2,1	2,4	2,8	3,2	4,1	4,8	6,5
Kernloch II in mm	1,4	1,6	2,2	2,5	2,9	3,3	4,2	5,0	6,7

Da beim Schneiden des Gewindes das Schneidwerkzeug stark beansprucht wird, ist auf jeden Fall etwas Öl zum Schmieren zu verwenden.

4.6. Verbindungstechnik

Das Zusammenfügen mehrerer Werkstücke miteinander nennt man *Verbinden*. Dabei unterscheidet man zwischen *lösbaren* und *nichtlösbaren* Verbindungen. Zu den lösbaren Verbindungen zählt das Verschrauben, Verstiften und Verkeilen. Bei den nichtlösbaren Verbindungen ist ein Trennen der einzelnen Werkstücke nur durch Zerstörung des Verbindungselements möglich, wobei mitunter auch die Werkstücke beschädigt werden. Zu den nichtlösbaren Verbindungen, die den Radiobastler interessieren, zählt vor allem das Nieten und das Löten.

4.6.1. Verschrauben

Als Verbindungsteile werden Schrauben bzw. Gewindebolzen und Muttern verwendet. Beide haben das gleiche Gewinde und müssen gut zusammenpassen. Die vielseitigen Anwendungsmöglichkeiten der Schrauben führten zu verschiedenen Ausführungsformen (Bild 47). Trotz der Normung und einer starken Typenbereinigung Anfang der zwanziger Jahre sind heute noch über 1800 verschiedene

Sorten von Schrauben und Muttern in Gebrauch. Die genormten Abmessungen sind in entsprechenden Normblättern festgelegt. Den Radiobastler interessieren aber nur Schrauben mit metrischem Gewinde, und zwar in den Ausführungsformen

Zylinderkopfschraube	Halbrundschraube
Senkkopfschraube	Sechskantschraube
Linsenschraube	Gewindestift
Linsensenkschraube	

sowie Muttern in Sechskantform und in Vierkantform. Gewindestifte werden oft auch als Madenschrauben bezeichnet. Wird eine Schraubenverbindung mit Schraube und Mutter hergestellt, dann muß das Durchgangsloch – um eine Beschädigung des Gewindes zu vermeiden – etwas größer gebohrt werden, als der Schraubendurchmesser beträgt. Ist in das Gegenstück ein passendes Gewinde eingeschnitten, so entfällt die Mutter. Als Werkzeuge zum Herstellen der Schraubenverbindung benötigt man Schraubenzieher, Schraubenschlüssel bzw. Steckschlüssel. Während man für Sechskantschrauben und Sechskantmuttern einen passenden Schraubenschlüssel bzw. einen Steckschlüssel braucht, werden geschlitzte Schrauben mit dem Schrauben-

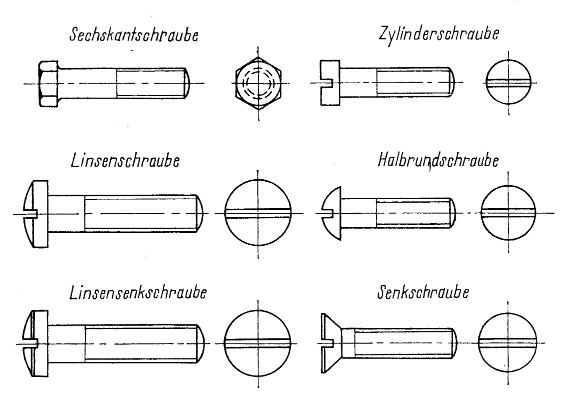


Bild 47 Verschiedene Schraubenarten

zieher angezogen. Der Schraubenzieher hat eine meißelähnliche Schneide, die am Ende parallel ausläuft. Dadurch kann er gut im Schraubenschlitz angreifen. Es sollte stets ein passender Schraubenzieher benutzt werden, da sonst der Schraubenkopf beschädigt wird (Bild 48). Mit dem Schraubenzieher kann man sich leicht verletzen, bei seiner Handhabung ist daher Vorsicht geboten.

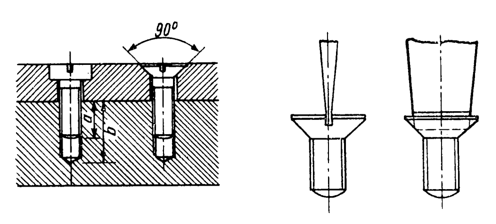


Bild 48 Ausführung versenkter Schraubverbindungen (links); so muß der Schraubenzieher passen, damit der Schraubenkopf nicht beschädigt wird (rechts)

In Fällen, bei denen sich die Schraubenverbindung infolge Beanspruchung lockert, empfiehlt sich eine entsprechende Sicherung (Bild 49). Oft wird zu diesem Zweck eine 2. Mutter gegen die 1. geschraubt. Weitere Sicherungsmaßnahmen gegen ein Lockern der Schraubenverbindung sind gezahnte Unterlegscheiben oder Federringe. Bei Senkschrauben kann eine Sicherung durch einen Körnerschlag an den Schlitzenden erfolgen. Dabei quetscht die Körnerspitze den Werkstoff geringfügig in den Schraubenschlitz. Will man die Senkschraube lösen, so muß der Werkstoff vorher mit einem Schraubenzieher wieder aus dem Schraubenschlitz geschlagen werden.

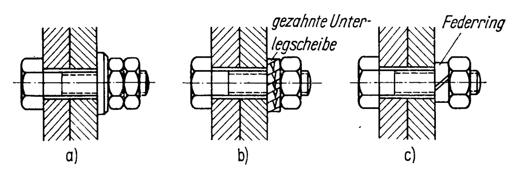


Bild 49 Schraubensicherung durch Gegenmutter (a), gezahnte Unterlegscheibe (b) und Federring (c)

4.6.2. Vernieten

Wie bereits eingangs gesagt, zählt das Vernieten zu den nichtlösbaren Verbindungen. Je nach dem Verwendungszweck unterscheidet man zwischen einer *festen* und einer *losen* Vernietung. Bei der festen Vernietung sind die einzelnen Werkstücke fest und unverrückbar miteinander verbunden. Die lose Vernietung dagegen erlaubt noch ein Bewegen der Teile gegeneinander. Für Vernietungen in der Radiopraxis verwendet man in den meisten Fällen Halbrundnieten und Senkkopfnieten aus Aluminium sowie Rohrnieten aus Messing (Bild 50). Der Vollniet besteht aus dem Setzkopf und dem Nietschaft; er wird in verschiedenen Durchmessern und Längen hergestellt. Neben der Ausführung in Aluminium gibt es derartige Nieten auch aus Eisen *(St 34.13)* und aus Kupfer. Als Grundsatz sollte man sich merken, daß der Niet aus dem gleichen Material be-

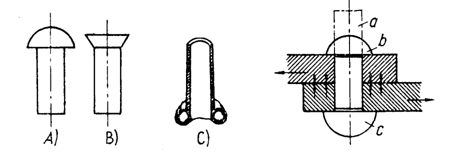


Bild 50 Verschiedene Nietformen; Halbrundniet (A), Senkniet (B) und Rohrniet (C); die Nietverbindung besteht aus dem Nietschaft (a), dem Schließkopf (b) und dem Setzkopf (c)

stehen soll wie die zu vernietenden Werkstücke. Zum Beispiel wäre es keineswegs sinnvoll, Aluminiumbleche mit Kupfernieten zu vernieten oder umgekehrt. Infolge der elektrolytischen Zersetzungserscheinungen würde eine Korrosion (Zerfressung) auftreten, die die Nietverbindung nach gewisser Zeit in Frage stellt.

Da der Niet beim Schlagen gestaucht wird, muß der Durchmesser der Bohrung etwas größer sein als der Durchmesser des Nietschaftes. Die folgende Tabelle gibt für die wichtigsten Nietschaftdurchmesser die Durchmesser der Bohrungen an:

Nietschaftdurchmesser	1	1,4	1,7	2	2,3	2,6	3	3,5	4	5
Durchmesser der Bohrung	1,1	1,5	1,8	2,2	2,5	2,8	3,2	3,7	4,3	5,3

Damit beim Nieten die Bohrungen genau aufeinander passen, ist es empfehlenswert, die zu vernietenden Teile gleichzeitig in einem Arbeitsgang zu bohren. Zu diesem Zweck werden die zu vernietenden Werkstücke mit Hilfe von 1 oder 2 Feilkloben zusammengespannt. Während man für Halbrundnieten nur glatte, entgratete Bohrungen benötigt, muß bei Senkkopfnieten die Bohrung versenkt werden. Der Senkwinkel, dem der Spitzenwinkel des verwendeten Spiralbohrers oder des Spitzsenkers zu entsprechen hat, beträgt 75°. Zum Vernieten selbst verwendet man spezielle Nietwerkzeuge (Bild 51). Mit dem Nietzieher werden nach dem Einziehen der Niete die Werkstücke zusammengepreßt. Die Bohrung des Nietziehers muß dabei etwas größer sein als der Durchmesser des Nietschafts. Der Setzkopf erhält dann eine entsprechende Unterlage. Für den Senkniet genügt eine ebene, glatte Unterlage, für den Halbrundniet wird ein entsprechend profilierter Gegenhalter verwendet. Die Nietschaftlänge muß etwas länger sein als die Dicke der zu vernietenden Werkstücke, damit genügend Material für den Schließkopf zur Verfügung steht. Als Erfahrungswert kann man die überstehende Länge z des Nietschafts aus folgenden Beziehungen ermittelt:

Halbrundniet $z = 1{,}5 \cdot d$,
Senkniet $z = 0{,}9 \cdot d$;

d bezeichnet den Durchmesser des Nietschafts.
Mit kräftigen Hammerschlägen wird der Nietkopf gestaucht, so daß er beim Senkkopf die gebohrte Senkung ausfüllt. Beim Halbrundkopf setzt man nach dem Anstauchen den Nietkopfsetzer an und formt mit kräftigen Schlägen den Schließkopf.
Rohrniete oder Hohlniete, die aus Rohr gefertigt oder gezogen sein können, verwendet man für weniger beanspruchte Vernietung. Eine Vernietung der Rohrniete erfolgt durch Spreizen des Schaftendes. Meist verwendet man dazu den Körner. Das aufgespreizte Schaftende wird

dann mit dem Hammer breitgeschlagen. Man kann sich aber auch ein spezielles Nieteisen für Rohrniete anfertigen, wenn man eine Drehbank zur Verfügung hat. Am Schaftende eines Bolzens befindet sich ein kurzer Zapfen, der am Nieteisen in einem ringförmigen Hohlraum ausläuft. Man erhält mit diesem Nieteisen gleichmäßige, sauber aussehende Schließköpfe.

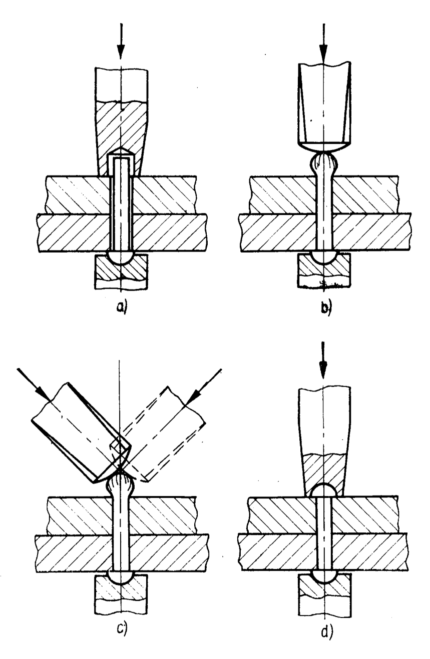


Bild 51 Arbeitsfolge beim Nieten; Anpressen (a), Anstauchen (b), Kopfformen (c) und Schließkopf setzen (d)

4.6.3. Löten

Das Löten zählt für den Radiobastler zu den wichtigsten handwerklichen Grundlagen, die er beherrschen muß. Für

die Praxis des Radiobastlers kommt nur das Weichlöten in Frage, bei dem als Bindemittel zwischen den Metallen ein bei niedriger Temperatur fließendes Weichlot verwendet wird. Man benötigt also zum Löten ein Weichlot und eine Wärmequelle. Als Wärmequelle wird vorwiegend ein elektrisch beheizter Lötkolben verwendet. Damit die mittels Heizpatrone erzeugte Wärme ohne große Temperaturminderung zur Lötstelle gelangt, besteht die Lötkolbenspitze aus Kupfer. Die Kupferspitze ist meist abgewinkelt oder gerade und vorn meißelähnlich geformt (Bild 52). Da bei zu heißen Lötkolben durch Oxydation die Lötkolbenspitze leicht verzundert, ist es empfehlenswert, in den Lötpausen

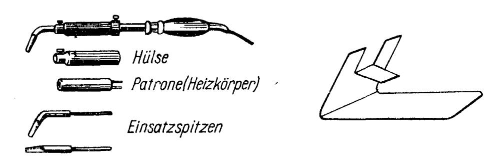


Bild 52 Der elektrische Lötkolben und seine Einzelteile (links), ein einfacher Lötkolbenhalter (rechts)

die Heizpatrone über einen Vorwiderstand oder einen Blockkondensator zu betreiben, dadurch sinkt in den Lötpausen die Heiztemperatur. Der Kondensator hat den Vorteil, daß an ihm keine elektrische Energie in Wärme umgewandelt wird; er kann jedoch nur bei Wechselstrom verwendet werden.

Berechnung des Widerstands

Bei einem Lötkolben von 60 W soll die aufgenommene Leistung auf 40 W herabgesetzt werden. Die Stromaufnahme beträgt bei 60 W

$$I_1 = \frac{P}{U} = \frac{60}{220} \approx 0,273 \text{ A}.$$

Der Widerstand des Lötkolbens ist dabei

$$R_1 = \frac{U}{I_1} = \frac{220}{0,273} \approx 805\ \Omega.$$

Bei einem Leistungsverbrauch von 40 W ist die Stromaufnahme nur noch

$$I_2 = \frac{P}{U} = \frac{40}{220} \approx 0{,}182 \text{ A}.$$

Der im Stromkreis vorhandene Widerstand muß dabei folgende Größe haben:

$$R_2 = \frac{U}{I_2} = \frac{220}{0{,}182} \approx 1210\,\Omega.$$

Der zugeschaltete Widerstand R zum Lötkolben ergibt sich aus der Differenz von R_1 und R_2 zu

$$R = R_2 - R_1 = 1210 - 805 = 405\,\Omega.$$

Dieser Widerstand muß für folgende Leistungsaufnahme dimensioniert werden:

$$P = I_2^2 \cdot R = 0{,}182^2 \cdot 405 \approx 13{,}4 \text{ W}.$$

Berechnung des Kondensators

Für die bereits bekannten Werte ergibt sich der Blindwiderstand des Kondensators aus der geometrischen Beziehung

$$R_c = \sqrt{R_2^2 - R_1^2} = \sqrt{1210^2 - 805^2} = 904\,\Omega.$$

Die Kapazität (in μF) erhält man für einen Wechselstrom mit der Frequenz 50 Hz zu

$$C = \frac{3180}{R_c} = \frac{3180}{904} \approx 3{,}50\,\mu\text{F}.$$

Eine derartige Umschalteinrichtung läßt sich leicht selbst herstellen (Bild 53). Zur Umschaltung genügt bei entspre-

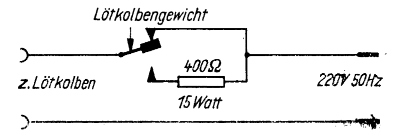


Bild 53 Umschalteinrichtung zur Herabsetzung der Heiztemperatur in den Lötpausen

chender Anordnung der Auflagedruck des Lötkolbens, der auf den Lötkolbenhalter aufgelegt wird. Für die Ausführung der Lötarbeiten genügt ein elektrischer Lötkolben mit einer Leistung von 60 bis 100 W. Nur wenn man größere Lötarbeiten vornimmt, wie das Löten von Kupferblechen oder an verzinnten oder verkupferten Eisenblechen, braucht man einen Lötkolben mit noch größerer Leistung. Die Heizpatronen der elektrischen Lötkolben können ausgewechselt werden, und man sollte stets eine Ersatzheizpatrone im Hause haben. Für den Portableeinsatz eignen sich Lötkolben, die am offenen Feuer erwärmt werden können (Hammerlötkolben), oder mit flüssigen Brennstoffen beheizte Lötkolben.

Als einer der wichtigsten Punkte ist beim Löten zu beachten: Sowohl die Lötstelle als auch die Lötkolbenspitze müssen sauber sein. Die Lötkolbenspitze wird daher vor dem Löten in Kolophonium gesteckt oder in eine Kolophonium-Spirituslösung getaucht. Die Lötstelle wird vorher mit einer Schlichtfeile, einem Messer oder mit Schmirgelleinen blank gemacht, mit dem Flußmittel benetzt und anschließend verzinnt. Sehr gut eignet sich zum Blankmachen der Lötstelle ein Glaspinsel, wie ihn technische Zeichner beim Radieren von Transparentpapier verwenden. Das Verzinnen der Bauteile vor dem Einbau ist besonders wichtig, da man sich dadurch viel Ärger und Arbeit ersparen kann. Gut verzinnte Einzelteile wie Röhrensockel, Widerstands- und Kondensatoranschlüsse erleichtern die Arbeit wesentlich. Da bei der Erwärmung der Lötstelle eine Oxydation auftritt, ist die Verwendung eines sogenannten Flußmittels unumgänglich, sonst bleibt das Lötzinn nicht haften, und es treten kalte Lötstellen auf. Als Flußmittel soll man grundsätzlich nur eine Kolophonium-Spirituslösung verwenden. Alle anderen Flußmittel (wie Lötwasser oder Lötfett) sind säurehaltig, sie bilden Rost und Grünspan, die das Metall zerfressen. Das Flußmittel verhindert die Oxydation an der Lötstelle und läßt das Lötzinn gut fließen. Meist enthält das in Drahtform hergestellte Lötzinn einen Hohlraum, der mit Kolophonium gefüllt ist. Aber oft reicht

dieses im Lötzinn enthaltene Kolophonium nicht für die ganze Lötstelle aus, so daß man diese besser vorher noch mit etwas Flußmittel benetzt.
Die Lötkolbenspitze wird von Zeit zu Zeit mit einer Drahtbürste gereinigt. Ist die Kupferspitze stark verzundert, so muß die Oxidschicht abgefeilt und die saubere Kupferspitze neu verzinnt werden. Richtiges Löten ist reine Übungssache. Da vom richtigen Löten die einwandfreie Funktion des gebauten Geräts abhängig ist, sollte man mit Sorgfalt und Umsicht vorgehen. Man erwärmt die gut gesäuberte und mit Flußmittel benetzte Lötstelle nur so lange, bis das Lötzinn einwandfrei fließt. Dann entfernt man den Lötkolben und läßt die Lötstelle erkalten. Während des Erkaltens sollte die Lötstelle möglichst nicht bewegt werden. Kalte Lötstellen entstehen, wenn das Lötzinn nicht am Metall haftet. Sie sind nicht immer leicht erkennbar und haben schon manchen Radiobastler zur Verzweiflung gebracht. Zur Vorsicht daher nicht einwandfrei erscheinende Lötstellen nochmals unter Verwendung des Flußmittels nachlöten! Nach dem Löten reinigt man die Lötstelle mit Spiritus von den vorhandenen Rückständen des Flußmittels. Auf die Ausführung verschiedener Lötarbeiten wird in Teil II (*Praktisches Radiobasteln II,* Band 86 dieser Reihe) näher eingegangen.

4.6.4. Kleben

In der industriellen Fertigung gehört das Kleben zur modernen Technik. Viele Verbindungen, die früher geschweißt, geschraubt oder genietet wurden, kann man heute durch Kleben herstellen. Dafür werden Epoxidharze verwendet, die sehr haltbare Verbindungen ergeben. Das Abbinden erfolgt durch den Zusatz eines Härtemittels sowie durch Wärmeeinwirkung. Die Oberflächen der Klebestellen müssen vorbehandelt werden. Sauberkeit, Fettfreiheit, gut benetzbare Oberflächen, regelmäßige und geeignete Oberflächenrauhigkeiten sind von entscheidender Bedeutung für feste und dauerhafte Verbindungen. Im übrigen muß man

die Verarbeitungsvorschriften für die einzelnen Epoxidharze beachten. Für die leichten und kleinen Teile in der Transistorpraxis reichen meist schon die universell anwendbaren Kleber wie *Duosan* oder *Agol.*

4.7. Oberflächenverbesserung

Oft besteht der Wunsch, dem selbstgebauten Gerät ein gefälliges Aussehen zu geben. Das gilt vor allem für die Frontplatte des Geräts. Zu den einfachsten Verfahren zählt das Polieren der Oberfläche. Bei Aluminiumblech verwendet man feines Schmirgelleinen, oder man streut feines Schmirgelpulver auf die Platte und schleift mit einem Korken, den man in die Bohrmaschine spannt. Dadurch wird eine matte, silbergraue Oberfläche erzielt, bei der aber bereits eine Berührung mit den Fingern häßliche Flecke hinterläßt. Man entfettet daher die geschmirgelte Aluminiumplatte, indem man sie 15 Minuten lang in eine wäßrige Ätznatronlösung taucht. Diese Ätznatronlösung läßt sich einfach herstellen, indem man etwa 5 g Ätznatron in 1 l Wasser löst. Nach dieser Ätzung wird die Aluminiumplatte gründlich in fließendem Wasser abgespült. Die Oberfläche darf dabei nicht mehr mit den Fingern berührt werden. Zum Schutz der Oberfläche wird diese nach dem Trocknen mit farblosem dünnem Zaponlack gestrichen.
Eine weitere Möglichkeit besteht im Lackieren der Frontplatte mit Lackfarbe. Ein besonders gleichmäßiges Aussehen erzielt man aber nur, wenn die Lackfarbe mit einer Spritzpistole aufgetragen wird. Es ist deshalb zu empfehlen, derartige Arbeiten in einer Autolackieranstalt vornehmen zu lassen. Besonders widerstandsfähig sind dabei Einbrenn-Lacke, die nach dem Spritzen in einem Heißluftofen eingebrannt werden. Sehr gut sehen eingebrannte Hammerschlag-Lackierungen aus, bei denen die Oberfläche wirkt, als wäre sie gehämmert. Damit der Lack gut auf der Oberfläche des Aluminiumblechs hält, ist eine Beizung durch Kochen in einer mit Kochsalz gesättigten Ätznatronlösung vorzunehmen. Auch andere Teile, wie Chassisbleche,

Abschirmungen usw., erhalten dadurch ein sauberes Aussehen. Für eine solche Lösung gibt man ungefähr 100 g Ätznatron in 1 l Wasser und anschließend soviel Kochsalz hinzu, wie sich in der Ätznatronlösung noch auflöst. Nun wird die fertige Lösung erhitzt und das Aluminiumblech etwa 30 s eingetaucht. Anschließend erfolgt eine gründliche Spülung in fließendem Wasser.

Es gibt noch weitere Verfahren, die aber im Hausgebrauch nicht anwendbar sind, wie das Eloxieren von Aluminium oder galvanische Überzüge durch Verkupfern, Vernickeln, Versilbern usw. Derartige Arbeiten muß man in speziellen Betrieben ausführen lassen.

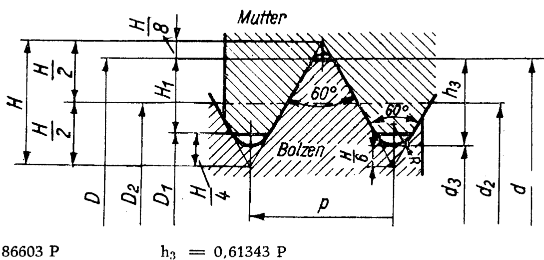
Für die Bearbeitung von Holzoberflächen gibt es in den Drogerien Holzbeize zu kaufen, von denen dunkelbraune Beize besonders zu empfehlen ist. Meist wird das erhältliche Pulver in Spiritus gelöst. Nach dem Beizen reibt man die Oberfläche mit einer Politur ein, damit sie ein gefälliges Aussehen erhält.

4.8. Die gedruckte Schaltung

Ein modernes Verfahren zur Herstellung von Leitungszügen auf Hartpapier ist die gedruckte Schaltung. Obwohl dieses Verfahren in der industriellen Fertigung bei größeren Stückzahlen erst voll zur Geltung kommt, kann es auch der Radiobastler für seine Praxis anwenden. Die Grundlage bildet Basismaterial, das aus einem hochwertigen Schichtpreßstoff besteht, auf den eine Kupferfolie aufgeklebt wurde. Die Leiterzüge werden auf der Kupferfolie abgedeckt, z. B. durch Farbe, das restliche Kupfer dann in einem Ätzbad entfernt. Da es an dieser Stelle nicht möglich ist, das Verfahren der gedruckten Schaltungstechnik eingehend zu beschreiben, sei auf die ausgezeichneten Broschüren von *K. Schlenzig* hingewiesen, die in der Reihe *Der praktische Funkamateur* erschienen sind: *Die Technik der gedruckten Schaltung*, Band 26 und Band 31.

5. Für uns wichtige Tabellen

5.1. Metrisches ISO-Gewinde nach *TGL 7907*



$H = 0{,}86603\ P$ $\quad h_3 = 0{,}61343\ P$

$H_1 = 0{,}54127\ P$ $\quad R = 0{,}14434\ P$

Bild 54 Theoretische Werte des ISO-Gewindes

Bolzen und Mutter (Maße in mm)

Gewinde-Nenn-durchmesser	Steigung	Flanken-durchmesser		Kern-durchmesser	Nenn-tragtiefe	Rundung	Kern-querschnitt
$d = D$	P	$d_2 = D_2$	d_3	D_1	H_1	R	A_q in mm^2
1	0,25	0,838	0,693	0,729	0,135	0,036	0,377
1,2	0,25	1,038	0,893	0,929	0,135	0,036	0,626
1,6	0,35	1,373	1,171	1,221	0,189	0,051	1,08
2	0,4	1,740	1,509	1,567	0,217	0,058	1,79
2,5	0.45	2,208	1,948	2,013	0,244	0,065	2,98
3	0,5	2,675	2,387	2,459	0,271	0,072	4,47
4	0,7	3,545	3,141	3,242	0,379	0,101	7,75
5	0,8	4,480	4,019	4,134	0,433	0,115	12,7
6	1	5,350	4,773	4,917	0,541	0,144	17,9
8	1,25	7,188	6,466	6,647	0.677	0.180	32,8

5.2. Normen für die Werkzeugausstattung

Norm 1

Werkzeugbedarf für den Anfänger

1 Seitenschneider, 130 mm

1 Flachzange, 130 mm

1 Rundzange, 130 mm

1 Satz Schraubenzieher (2; 4; 5,5; 7 und 9 mm breit)

1 Hammer, 200 g

1 Laubsäge

1 Körner, 100 mm

1 Flachfeile, 200 mm, Bastardtyp

1 Flachfeile, 200 mm, Feinhieb

1 Rundfeile, 250 mm, Bastardtyp

1 Halbrundfeile, 160 mm, Feinhieb

1 Feilenbürste

1 Stahlmeßband, 300 mm

1 Reißnadel

1 Messer

1 elektrischer Lötkolben, 60 W

1 Handbohrmaschine mit Bohrern

Norm 2

Für den fortgeschrittenen Bastler werden noch zusätzlich zu *Norm 1* folgende Werkzeuge empfohlen:

1 Kombizange, 160 mm, isoliert
1 Schnabelzange, 160 mm
1 Abziehzange
1 Satz Uhrmacherschraubenzieher
1 Hammer, 500 g
1 Holzhammer
1 Handbügelsäge
1 Handblechschere, Berliner Form
1 Kreuzmeißel, 100 mm
1 Flachmeißel, 100 mm
1 Rundfeile, 250 mm, Feinhieb
1 Halbrundfeile, 160 mm, Bastardhieb
1 Vierkantfeile, 160 mm, Grobfeinhieb
1 Dreikantfeile, 160 mm, Grobfeinhieb
1 Satz Schlüsselfeilen
1 Feilkloben
1 Schraubstock, mittlere Größe
1 Handbohrmaschine, 2 Gänge, Bohrfutter bis 10 mm
1 Satz Spiralbohrer (1,5; 2,2; 2,4; 3; 3,2; 4; 4,3; 5,3; 6; 6,4; 7,4; 8,4; 9,5 und 10 mm)
1 Satz Gewindebohrer, M 2, M 3 und M 4
1 verstellbares Windeisen
1 Satz Gewindeschneideisen, M 2, M 3 und M 4
1 Schneideisenhalter
1 Rollstahlmeßband, 2 m lang
1 Anschlagwinkel
1 Schieblehre, 160 mm
1 Spitzzirkel
1 Satz Nietzieher, 2, 3 und 4 mm
1 Satz Nietkopfsetzer, 2, 3 und 4 mm
1 Satz Gegenhalter, 2, 3 und 4 mm
1 Pinzette, 1 Flachpinsel
1 Fuchsschwanzsäge
2 Nagelbohrer

Norm 3

Zusätzlich zu *Norm 1* und *Norm 2* werden noch folgende Werkzeuge empfohlen. Die Stückzahl der einzelnen Werkzeuge richtet sich nach der Zahl der Mitglieder in den Klubstationen.

1 Gummihammer

1 Einstreichsäge

1 Stichsäge

1 Fuchsschwanz

1 elektrische Handbohrmaschine mit Ständer, Bohrfutter bis 16 mm

1 Satz Spiralbohrer bis 16 mm

1 Krauskopf

1 Kreisschneider

1 Satz Steckschlüssel, M 2, M 3, M 4, M 5, M 6, M 8

1 Kabelmesser

1 Meßschraube

1 Lötkolben, 100 W

1 Lötkolben, 500 W

1 Stielfeilkloben

1 Hebelvornschneider

1 Satz Gewindewerkzeuge für M 5, M 6 und M 8

1 gefräste Feile für Aluminium

1 Raspelfeile für Holz

1 Maschinenschraubstock

1 Bohrprisma

5.3. DDR-Standards für Werkzeuge

Schloßhämmer	*TGL 48-71102*
Hämmer (Übersicht)	*TGL 17493*
Vorschlaghämmer	*TGL 48-71104*
Hammeraugen	*TGL 48-71106*
Flachmeißel	TGL 48-71201
Kreuzmeißel	TGL 48-71202
Durchtreiber	*TGL 48-71221*
Nietzieher	*TGL 48-71223*
Nietkopfsetzer	*TGL 48-71224*
Körner	*TGL 48-71226*
Stemmwerkzeuge (Übersicht)	*TGL 17495*
Zangen (Übersicht)	*TGL 17494*
Vornschneider	*TGL 12595*
Hebelvornschneider	*TGL 12596*
Seitenschneider	*TGL 12597*
Flachzangen	*TGL 4309*
Ovalspitzzangen	*TGL 4310*
Rundzangen	*TGL 4312*
Kombinationszangen	*TGL 4694*
Telefonzangen	*TGL 48-72421*
Justierzangen	*TGL 48-72526*
Kneifzangen	*TGL 48-72530*
Blechscheren (Übersicht)	*TGL 17497*
Schraubenschlüssel (Übersicht)	*TGL 17491*
Einmaulschlüssel	*TGL 48-73107*
Doppelmaulschlüssel	*TGL 48-73110*
Schraubenzieher (Holzgriff)	*TGL 48-73502*
Schraubenzieher (Formstoffgriff)	*TGL 48-73503*
Schraubenzieher (Übersicht)	*TGL 17492*

Spannwerkzeuge (Übersicht)	*TGL 17496*
Schraubenzwingen	*TGL 48-73603*
Feilkloben	*TGL 48-73712*
Reifkloben	*TGL 48-73713*
Feilen und Raspeln (Querschnitte und Längen)	*TGL 12445*
Feilen und Raspeln (Übersicht)	*TGL 17490*
Schaber (Übersicht)	*TGL 17500*
Metallsägen (Übersicht)	*TGL 17499*

85

